



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Medicina

Unidad de Posgrado

**Evaluación de la interfase de microfiltración utilizando
dos cementos selladores, uno a base de hidróxido de
calcio y otro a base de silicato tricálcico en piezas
dentarias uniradiculares**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Docencia e
Investigación en Salud

AUTOR

Mónica Yizely LLANOS CARAZAS

ASESOR

Dr. Jorge Luís ARROYO ACEVEDO

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Llanos M. Evaluación de la interfase de microfiltración utilizando dos cementos selladores, uno a base de hidróxido de calcio y otro a base de silicato tricálcico en piezas dentarias uniradiculares [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Unidad de Posgrado; 2019.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

1. CÓDIGO ORCID DEL AUTOR

<https://orcid.org/0000-0002-3179-8751>

2. CÓDIGO ORCID DEL ASESOR

<https://orcid.org/0000-0002-7695-1908>

3. DNI DEL AUTOR

43882958

4. GRUPO DE INVESTIGACIÓN

No Aplica

5. INSTITUCIÓN QUE FINANCIA PARCIAL O TOTALMENTE LA INVESTIGACIÓN

No Aplica

6. UBICACION GEOGRAFICA DONDE SE DESARROLLO LA INVESTIGACION DEBE INCLUIR LOCALIDADES Y COORDENADAS GEOGRAFICAS.

Lima-Perú. Coordenadas GPS Grados, minutos y segundos **12°2'35.4" S**
77°1'41.7" O

7. AÑO O RANGO DE AÑOS QUE LA INVESTIGACIÓN ABARCO

Del, 2017-2019



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina

Unidad de Posgrado
Sección Maestría



ACTA DE GRADO DE MAGISTER

En la ciudad de Lima, a los 19 días del mes de diciembre del año dos mil diecinueve siendo la 01:00 pm, bajo la presidencia del Dr. Luis Fernando Pérez Vargas con la asistencia de los Profesores: Mg. José Luis Saavedra Leveau (Miembro), Dr. Carlos Alberto Saavedra Leveau (Miembro), Mg. Francisco Michele Avello Canisto (Miembro) y el Dr. Jorge Luis Arroyo Acevedo (Asesor); la postulante al Grado de Magister en Docencia e Investigación en Salud, Bachiller en Estomatología, procedió a hacer la exposición y defensa pública de su tesis Titulada: **"EVALUACIÓN DE LA INTERFASE DE MICROFILTRACIÓN UTILIZANDO DOS CEMENTOS SELLADORES, UNO A BASE DE HIDRÓXIDO DE CALCIO Y OTRO A BASE DE SILICATO TRICÁLCICO EN PIEZAS DENTARIAS UNIRADICULARES"** con el fin de optar el Grado Académico de Magister en Docencia e Investigación En Salud. Concluida la exposición, se procedió a la evaluación correspondiente, habiendo obtenido la siguiente calificación **A EXCELENTE 19**. A continuación el Presidente del Jurado recomienda a la Facultad de Medicina se le otorgue el Grado Académico de **MAGÍSTER EN DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN SALUD** a la postulante **MONICA YIZELY LLANOS CARAZAS**.

Se extiende la presente Acta en tres originales y siendo las 02:05 pm, se da por concluido el acto académico de sustentación.

Mg. José Luis Saavedra Leveau
Profesor Principal
Miembro

Dr. Carlos Alberto Saavedra Leveau
Profesor Asociado
Miembro

Mg. Francisco Michele Avello Canisto
Profesor Asociado
Miembro

Dr. Jorge Luis Arroyo Acevedo
Profesor Principal
Asesor

Dr. Luis Fernando Pérez Vargas
Profesor Principal
Presidente

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis padres por darme la oportunidad de culminar una meta más en mi desarrollo profesional, por el apoyo constante que mi padre *Juan Uriel* me ha brindado en el transcurso de mi vida, a mi madre *María Luisa* que me motiva y ayuda para poder realizar mis proyectos y objetivos.

En especial a mí amado hijo *Francisco Sebastián* quien me impulsa a ser mejor cada día.

A mi asesor el *Dr. Jorge Luis Arroyo Acevedo*, por su apoyo y motivación para culminar este trabajo, en el cual he puesto de manifiesto los conocimientos adquiridos, el cual ha sido desarrollado con mucho esmero y esfuerzo.

A la *Dra. Teresa Evaristo*, por su apoyo como asesora externa, en el área odontológica.

A *Nicolás Menoni, Julissa Gonzales y Vittorio Basso* de Septodont, quienes me brindaron las facilidades con el material de estudio.

A *Diego Macedo* por su disposición y colaboración con el análisis bajo microscopia electrónica de barrido - Laboratorio Equipo Especializado de la facultad de biología de la UNMSM.

ÍNDICE

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO	II
LISTA DE CUADROS	VI
LISTA DE FIGURAS	VIII
RESUMEN X	
ABSTRACT XI	
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Situación Problemática	1
1.2 Formulación del Problema	4
1.3 Justificación de la Investigación	5
1.4 Objetivos de la Investigación	6
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	6
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	6
CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes del Problema	7
2.2 Bases Teóricas	15
2.3 Marcos Conceptuales o Glosario	36
CAPITULO 3. METODOLOGÍA	37
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	37
3.2 Unidad de Análisis:	37
3.3 Población de Estudio:	37
3.4 Tamaño de Muestra	37

3.5	Selección de muestra	37
3.6	Técnica de recolección de Datos.	38
	CAPITULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
4.1	Análisis	54
4.2	Resultados	55
4.2.1	Promedio de la Interfase de microfiltración del cemento sellador en base a Hidróxido de Calcio y Resina Epoxi por tercio radicular	55
4.2.2	Valores de la Interfase de microfiltración del cemento sellador en base a hidróxido de calcio “Sealer 26” en los tres tercios radiculares: cervical, medio y apical	57
4.2.3	Promedio de la Interfase de microfiltración del cemento sellador en base a Silicato Tricálcico “BioRoot RCS” por tercio radicular.	59
4.2.4	Valores de la Interfase de microfiltración del cemento sellador en base a silicato tricálcico “BioRoot RCS” en los tres tercios radiculares: cervical, medio y apical	61
4.2.5	Comparación de las interfases de microfiltración, utilizando dos cementos selladores, uno a base de Hidróxido de Calcio “Sealer 26” y otro a base de silicato tricálcico “Bioroot RCS” según tercio radicular	63
4.3	Prueba de Hipótesis	65
4.3.1	Hipótesis	65
	Hipótesis General	65
	Hipótesis Nula	65
	Hipótesis Específicas	65
4.4	Discusión	68
	CAPITULO 5. CONCLUSIONES	75
	RECOMEDACIONES	76

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS 1 - OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	83
ANEXO 2 – MATRIZ DE CONSISTENCIA	84

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Composición del cemento “Sealer 26”.

Cuadro 2. Composición del cemento “BioRoot TM RCS”.

Cuadro 3. Fabricantes y composición de los cementos obturadores usados en el estudio.

Cuadro 4. Indicaciones del fabricante para el uso y aplicación de los cementos utilizados en la investigación.

Cuadro 5. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Hidróxido de Calcio y resina epoxi “Sealer 26” en piezas dentarias uniradiculares en el tercio Cervical.

Cuadro 6. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Hidróxido de Calcio y resina epoxi “Sealer 26” en piezas dentarias uniradiculares en el tercio medio.

Cuadro 7. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Hidróxido de Calcio y resina epoxi “Sealer 26” en piezas dentarias uniradiculares en el tercio apical.

Cuadro 8. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Hidróxido de Calcio y resina epoxi “Sealer 26” en piezas dentarias uniradiculares según tercio radicular (valores porcentuales).

Cuadro 9. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Silicato tricálcico “BioRoot RCS” en piezas dentarias uniradiculares en el tercio cervical.

Cuadro 10. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Silicato tricálcico “BioRoot RCS” en piezas dentarias uniradiculares en el tercio medio.

Cuadro 11. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Silicato tricálcico “BioRoot RCS” en piezas dentarias uniradiculares en el tercio apical.

Cuadro 12. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de silicato tricálcico “BioRoot RCS” en piezas dentarias uniradiculares según el tercio radicular (valores porcentuales).

Cuadro 13. Comparación de la interfase de microfiltración según el tipo de cemento sellador utilizado en el tercio cervical (valores porcentuales).

Cuadro 14. Comparación de la interfase de microfiltración según el tipo de cemento sellador utilizado en el tercio medio (valores porcentuales).

Cuadro 15. Comparación de la interfase de microfiltración según el tipo de cemento sellador utilizado en el tercio apical (valores porcentuales).

Cuadro 16. Comparación de las interfases de microfiltración según el tipo de cemento sellador utilizado en piezas dentarios uniradiculares en cada tercio radicular (valores porcentuales).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de la secuencia de procedimientos

Figura 2. Dientes premolares mandibulares con las características de los criterios de inclusión.

Figura 3. Radiografía previa para evaluar los criterios de inclusión y exclusión. (A) Sentido vestíbulo-lingual, (B) Sentido mesio- distal.

Figura 4. (A) Medida de la longitud radicular con regla milimetrada, (B) Disco de corte diamantado, (C) Verificación de la longitud del corte transversal de la porción coronaria, (D) Muestra individual insertada en tubo Eppendorf.

Figura 5. (A) Secuencia de la Preparación biomecánica con el Sistema MTWO (VDW GmbH, Munich, Germany) (B) Motor WDW Silver Reciproc - VDW GmbH, Munich, Alemania). (C) Preparación del conducto radicular.

Figura 6. Dispositivo mecánico de irrigación Easy Clean 30/04

Figura 7. Radiografía de conometría con el sensor RVG CDR (FONA-USA)

Figura 8. Radiografía de obturación final.

Figura 9. Cortes Transversales al eje longitudinal de la porción radicular.

Figura 10. Equipo de Liofilizado

Figura 11. (A) Microscopio Estereoscopio ,11 (B) Proceso de Fijado en Stub de las muestras.

Figura 12. (A) Equipo de metalizado con Oro SPI-MODULE TM Sputter Coater - USA), (B) Muestras metalizadas en oro.

Figura 13. (A y B) Microscopio electrónico de barrido (FEI – Inspect S50 - Japan)

Figura 14. Ilustración de la metodología de medición de la Interfase de filtración en 4 puntos. Dentina (D) y Gutapercha-Sellador (GS)

Figura 15. Electromicrofotografías (MEB) de las interfases de obturación en los tercios Cervical (C) Medio (M) y Apical(A) en piezas dentarias obturadas con la técnica de condensación lateral con cemento BioRoot TM RCS y Sealer 26 con un aumento de 1000 X. Leyenda: D:Dentina; O: Obturación.

Figura 16. Interfase de microfiltración del cemento en base a Hidróxido de calcio “Sealer 26” utilizado en piezas dentarias uniradiculares en cada tercio radicular. Gráfico de Intervalo de confianza.

Figura 17. Interfase de microfiltración del cemento en base a Silicato Tricalcico “ BioRoot RCS” utilizado en piezas dentarias uniradiculares en cada tercio radicular. Gráfico de Intervalo de confianza.

Figura 18. Interfase de microfiltración según el tipo de cemento sellador utilizado en piezas dentarias uniradiculares en cada tercio radicular. Gráfico de Intervalo de confianza.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio in vitro fue evaluar la interfase de microfiltración utilizando dos cementos selladores, uno a base de hidróxido de calcio “Sealer 26” y otro a base de silicato tricálcico “BioRoot RCS” en piezas dentarias uniradiculares, para lo cual fueron seleccionados 21 piezas dentarias cuyas coronas fueron removidas permaneciendo las raíces a 15 mm de longitud, la muestra fue distribuida de forma no aleatoria de acuerdo al tipo de cemento sellador empleado para la obturación del sistema de conductos bajo la técnica de condensación lateral: Grupo A: Sealer 26 (n=10), Grupo B: BioRoot RCS (n=10), Grupo C: Grupo Control (n=1). Todas las muestras fueron preparadas con el sistema MTWO hasta la lima 40/04 y obturados con el cono del mismo calibre, se irrigó con Hipoclorito de Sodio al 5.25% y activado a con el dispositivo Easy Clean 30/04. Después de la obturación de los canales radiculares los especímenes se dejaron fraguar durante 24 horas y fueron almacenadas en incubadora al 100% de humedad a 37 °C durante 28 días, y posteriormente seccionadas transversalmente en tres niveles: apical, medio y cervical, para luego ser liofilizadas y metalizadas y posteriormente observadas bajo microscopia electrónica de barrido a 250x y 1000X de aumento, fueron medidos 4 puntos equidistantes en la Interfase del material obturador y la dentina, donde se obtuvieron microfotografías de la interfase de filtración de ambos materiales. Los datos fueron analizados por el test ANOVA para medidas repetidas para la comparación de la Interfase de microfiltración según los tres tercios radiculares y la corrección de Bonferroni para la comparación por pares en el análisis Post-Hoc, se aplicó la Prueba T de Student para muestras independientes al comparar los dos tipos de cementos selladores en los tercios radiculares: cervical, medio y apical. Se observó que el promedio de la Interfase de microfiltración del cemento sellador “Sealer 26” va en aumento apicalmente, teniendo en el tercio cervical $6,77 \pm 0,97 \mu$, tercio medio $9,44 \pm 1,53 \mu$ y en el tercio apical $10,56 \pm 0,97 \mu$. y que el promedio de la interfase de microfiltración del cemento sellador “Bioroot RCS” no varía en sus tres tercios, teniendo en el tercio cervical $7,66 \pm 1,13 \mu$, tercio medio $8,25 \pm 1,03 \mu$ y en el tercio apical $7,01 \pm 1,26 \mu$. Se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas de la interfase de microfiltración a nivel del tercio apical al comparar ambos cementos, siendo el cemento “BioRoot RCS” el que presenta menor interfase de microfiltración con la técnica de obturación Condensación Lateral.

ABSTRACT

The objective of the present in vitro study was to evaluate the microfiltration interface using two sealant cements, one based on “Sealer 26” calcium hydroxide and the other based on “BioRoot RCS” tricalcium silicate in uniradicular teeth, for which they were selected 21 teeth whose crowns were removed while the roots remained 15 mm in length, the sample was not randomly distributed according to the type of sealant cement used for filling the duct system under the lateral condensation technique: Group A: Sealer 26 (n = 10), Group B: BioRoot RCS (n = 10), Group C: Control Group (n = 1). All samples were prepared with the MTWO system up to the 40/04 file and sealed with the cone of the same caliber, irrigated with 5.25% Sodium Hypochlorite and activated with the Easy Clean 30/04 device. After the filling of the root canals, the specimens were allowed to set for 24 hours and were stored in a 100% humidity incubator at 37 °C for 28 days, and subsequently cross-sectioned at three levels: apical, middle and cervical, and then be lyophilized and metallized and subsequently observed under scanning electron microscopy at 250x and 1000X magnification, 4 equidistant points were measured at the Interphase of the obturator and dentin, where microphotographs of the filtration interface of both materials were obtained. The data were analyzed by the ANOVA test for repeated measurements for the comparison of the microfiltration interface according to the three-thirds root and the Bonferroni correction for the pairwise comparison in the Post-Hoc analysis, the Student T-Test was applied for samples independent when comparing the two types of sealing cements in the root thirds: cervical, middle and apical. It was observed that the average of the Sealer 26 sealant cement microfiltration interface is increasing apically, having $6.77 \pm 0.97 \mu$ in the cervical third, $9.44 \pm 1.53 \mu$ in the middle third and third apical $10.56 \pm 0.97 \mu$. and that the average of the microfiltration interface of the sealant cement “Bioroot RCS” does not vary in its three thirds, having in the cervical third $7.66 \pm 1.13 \mu$, middle third $8.25 \pm 1.03 \mu$ and in the apical third $7.01 \pm 1.26 \mu$. It is concluded that there are statistically significant differences in the microfiltration interface at the apical third level when comparing both cements, the “BioRoot RCS” cement being the one with the lowest microfiltration interface with the lateral condensation filling technique.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Situación Problemática

La odontología ha evolucionado enormemente en los últimos años, así como también sus subespecialidades. La Endodoncia es considerada como el tratamiento de elección para la preservación de un diente. “El éxito del tratamiento endodóntico se basa en principios que incluyen el diagnóstico, planificación del tratamiento, el conocimiento de la anatomía y morfología, desbridamiento, desinfección exhaustiva y obturación del sistema de conductos radiculares y restauración coronal” (Hargreaves & Cohen, 2011).

La fase de Obturación en Endodoncia tiene como consideración biológica primordial la eliminación de la continuidad entre la cavidad bucal y el periodonto en donde el sistema de conducto radicular es el vector biológico responsable de la filtración de toxinas al aparato de inserción (Rao, 2011).

De esta manera se previenen las reinfecciones de los conductos radiculares previamente preparados con procedimientos de conformación, irrigación y medicación intraconducto, creando un sellado hermético, impermeable a los fluidos dentro de todo el sistema de conductos. (American Association of Endodontics, 2009).

Gallegos (2014), refiere que es necesaria la utilización un cemento obturador con un material de relleno sólido comúnmente, el cual es gutapercha para alcanzar un sellado impermeable entre la masa de obturación y la pared de conducto.

Los selladores son agentes de unión, usados para rellenar la brecha entre la pared del conducto radicular y el material de obturación, rellenando irregularidades, discrepancias y conductos laterales y accesorios (Rao, 2011).

Almenara (2009) menciona la importancia de conocer las propiedades que posee el sellador, como por ejemplo la capacidad de adherencia, toxicidad, estabilidad dimensional e insolubilidad frente a la presencia de humedad entre otras propiedades. Saberi, *et al.*(2014) precisaron que para poder establecer el material adecuado y crear una obturación lo más hermética tridimensional posible, estos materiales deben estar asociados a una técnica de obturación.

Monardes, Abarca, & Castro (2014) Informaron que el 60 % de fracasos del tratamiento Endodóntico es causado por una obturación deficiente del conducto radicular, debido a la falta de un adecuado sellado apical, el cual se traduce en Microfiltración.

El proceso de microfiltración consiste en el paso de fluidos, bacterias y sustancias a través de la obturación radicular, lo cual es debido a una adaptación deficiente de los materiales, a la solubilidad del cemento sellador o a la contracción del material de relleno radicular durante la reacción de fraguado (Colan & Garcia, 2008).

Es por eso que en la actualidad se han introducido nuevos selladores en el mercado, diversos materiales y métodos han sido investigados para mejorar y comparar la capacidad de los materiales de sellado de conductos radiculares, ningún sellador producido hasta la fecha puede lograr todos los requisitos para un sellado radicular perfecto. (Akhavan, Zahdabadi, Mehrvarzfar, & Birjandi, 2011).

El avance tecnológico trata de conseguir el material “ideal” para sellar las irregularidades de la interfase gutapercha – pared dentinaria formando una capa uniformemente distribuida (Saleh, Ruyter, Haapasalo, & Ørstavik, 2003), por lo cual se han realizado investigaciones con diferentes productos con el fin de obtener una mejor unión química entre la dentina y el material de obturación. (Lahor-Soler, Miranda-Rius, Brunet-Llobet, Farré, & Pumarola, 2015).

Los cementos selladores en base a hidróxido de Calcio se diseñaron para ofrecer actividad terapéutica, se creía que estos cementos podrían tener actividad antimicrobiana y quizás tuviesen un potencial osteogénico-cementogénico. Por desgracia, tales acciones no han sido demostradas. La solubilidad es necesaria para la liberación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y para mantener su actividad.(Hargreaves & Cohen, 2011).

El cemento Sealer 26 es un material para obturación de conductos radiculares a base de hidróxido de calcio y óxido de bismuto, aglutinados por resina epoxi, lo que asegura una excelente biocompatibilidad, estabilidad dimensional y facilidad de trabajo, junto con un alto índice de radiopacidad.(Dentsply, 2017). Este material viene siendo usado en la actualidad por muchos especialistas en endodoncia a nivel nacional, por su relativa facilidad en la adquisición del producto y por las propiedades antimicrobianas referidas anteriormente.

Los cementos biocerámicos se han introducido recientemente al mercado, estos cementos están compuestos por alúmina, zirconio, vidrio bioactivo, vidrios cerámicos, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles, lo cual mejora las propiedades de fraguado pues no sufren contracción, tienen una expansión de 0,002mm y no se reabsorben, poseen capacidad de producir hidroxiapatita durante su proceso de fraguado generando un enlace químico entre la dentina y el material de obturación. Lo cual permite obtener un sellado hermético evitando así la microfiltración. Sin embargo, muchos de estos cementos están aún en fase experimental, se requiere más

pruebas clínicas y de laboratorio para determinar su eficacia. (Al-Haddad & Aziz, 2016). El cemento BioRoot TM RCS de Septodont, es un nuevo cemento de tipo biocerámicos y bioactivo fabricado a base de materiales de silicato tricálcico, es el primer cemento que ofrece niveles de alta pureza del silicato de calcio con la ausencia de cualquier aluminato. (Simon & Flouriot, 2016). El producto estará en un corto tiempo disponible en el mercado Peruano, por lo cual no hay evidencia científica que detalle la interfase de microfiltración apical ni bacteriana producida por este cemento.

Es por ello que el presente trabajo está orientado a estudiar la Interfase gutapercha, cemento – dentina en dientes in vitro de dos cementos obturadores, uno en base a hidróxido de Calcio y otro cemento tipo biocerámico en base a silicato Tricálcico en dientes uniradiculares. La comparación de ambos cementos permitirá analizar y determinar cuál de estos cementos brinda un sellado más efectivo en dientes uniradiculares, lo que favorecerá a obtención de mejores resultados predecibles de éxito a largo plazo en la práctica clínica durante la etapa de obturación.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 *Problema General*

¿Existen diferencias en la interfase de microfiltración utilizando dos cementos selladores, uno a base de hidróxido de calcio y otro a base de silicato tricálcico en piezas dentarias uniradiculares?

1.2.2 Problema Específicos

- 1.- ¿Qué valor tiene la interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Hidróxido de Calcio “Sealer 26” en piezas dentarias uniradiculares, según el tercio radicular?
- 2.- ¿Qué valor presenta la interfase de microfiltración del cemento sellador a base de silicato tricálcico “Bioroot RCS” en piezas dentarias uniradiculares, según el tercio radicular?
3. ¿Cuál de los dos cementos presenta mayor interfase de microfiltración en piezas dentarias uniradiculares , según el tercio radicular?

1.3 Justificación de la Investigación

La microfiltración apical se relaciona directamente con el fracaso del tratamiento endodóntico, esto plantea un importante problema de salud pública con repercusiones médicas, económicas y éticas.

A nivel mundial diversos estudios experimentales y cuasi experimentales se han realizado para comparar la microfiltración en torno a distintos selladores cuyas conclusiones son diversas, quizás por las variaciones en los métodos de experimentación o por algún interés de promocionar ciertos productos. (Desai & Chandler, 2009). No existiendo hasta la fecha reporte respecto a la interfase de filtración de cementos selladores uno en base a silicato tricálcico “Bioroot RCS”. Tampoco se ha identificado en la base de datos electrónica de tesis de la biblioteca de la UNMSM un estudio similar previo, bajo la metodología propuesta.

El presente estudio presenta relevancia clínica, ya que permitirá mejoras en el desempeño de los Especialistas en Endodoncia durante la ejecución de la fase de obturación del sistema de conductos

radiculares, se hace importante determinar cuál de estos cementos en base a hidróxido de calcio o Biocerámico a base de silicato tricálcico, brinda un sellado más efectivo en dientes uniradiculares, para poder obtener resultados predecibles de éxito a largo plazo en beneficio de la salud dental de los pacientes.

1.4 **Objetivos de la Investigación**

1.4.1 **Objetivo General**

Evaluar la interfase de microfiltración utilizando dos cementos selladores, uno a base de hidróxido de calcio y otro a base de silicato tricálcico en piezas dentarias uniradiculares.

1.4.2 **Objetivos Específicos**

- Cuantificar la interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Hidróxido de Calcio “Sealer 26” en piezas dentarias uniradiculares, según el tercio radicular.
- Cuantificar la interfase de microfiltración a nivel apical del cemento sellador a base de silicato tricálcico “Bioroot RCS” en piezas dentarias uniradiculares, según el tercio radicular.
- Comparar la interfase de microfiltración, utilizando dos cementos selladores, uno a base de Hidróxido de Calcio “Sealer 26” y otro a base de silicato tricálcico “Bioroot RCS” en piezas dentarias uniradiculares, según el tercio radicular.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Problema

Amanda, Suprastiwi, Usman (2018) en su investigación "*Comparison of Apical Leakage in Root Canal Obturation Using Bioceramic and Polydimethylsiloxane Sealer (In Vitro)*" evaluaron y compararon la microfiltración apical utilizando el cemento sellador biocerámico (BS) y sellador de polidimetilsiloxano (PS) en 36 premolares mandibulares los cuales fueron divididos en dos grupos y obturados con la técnica de cono único. Los selladores utilizados para el Grupo I fue BS y el Grupo II PS, e incubadas a (37 ° C por 24 h), selladas con dos capas de esmalte de uñas, excepto 2 mm desde el ápice, sumergidas en la tinta india durante 7 días, descalcificadas, deshidratadas y transparentadas según a la técnica de Robertson. La penetración del tinte fue evaluado con un microscopio estereoscópico. Las muestras sin penetración de tinte recibieron puntaje 0, la penetración de tinte \leq 0.5 mm recibió puntaje 1, 0.51 - 1 mm recibió puntaje 2, y >1 mm recibió puntaje 3. Donde el cemento biocerámico presentó una filtración apical de puntaje 1 (55.6%), mientras que en el grupo PS presento filtración de puntaje 2 a 44.4%. Concluyeron que el cemento sellador biocerámico mostró una microfiltración apical similar al sellador de polidimetilsiloxano.

Balguerie, Van Der Sluis, Vallaey, Gurgel-Georgelin, & Diemer (2011) en su investigación in vitro "*Sealer Penetration and Adaptation in the Dentinal Tubules: A Scanning Electron Microscopic Study*", evaluaron la adaptación tubular, la profundidad de penetración y la adaptación a las paredes del conducto radicular en el tercio apical, medio y coronal de 5 cementos selladores (Hidróxido de calcio y resina epóxica, óxido de zinc y eugenol, ionómero de vidrio, resina epóxica, silicona), con vástagos de gutapercha reblandecida. Prepararon 52 dientes uniradiculares, las raíces fueron seccionadas transversalmente A 2, 5 y 8 mm y evaluadas bajo MEB (JEOL JSM-840A, JEOL, Tokio, Japón) tomaron una microfotografía de la interfase del cemento sellador a una ampliación de 500X y 1,500X La adaptación del sellador a la pared del conducto radicular o los túbulos fue: 1. *Bueno*: La mayoría de las secciones no mostraron brechas. 2. *Razonable*: La mayoría de las secciones mostraban algunas brechas pequeñas ($<1\ \mu\text{m}$) 3. *Pobre*: La mayoría de las secciones mostraron muchas brechas (entre 1 y $10\ \mu\text{m}$). 4. Sin adaptación: La mayoría de las secciones no mostraron adaptación (espacios $> 10\ \mu\text{m}$). Dando como resultados que el AH Plus (Dentsply De Trey, Konstanz, Alemania), sellador de resina epoxi, mostró la mejor adaptación, concluyeron que la penetración tubular y la adaptación varían con las diferentes propiedades físicas y químicas de los selladores usados. El AH Plus mostró la penetración tubular más óptima y adaptación a la pared del conducto radicular de los cementos evaluados.

Camilo (2014) en su tesis para obtener el grado de Doctor titulada "*Evaluation of single-cone obturation techniques of reciprocating systems with different sealers related to the apical sealing and bond strength to dentin.*" realizada en Brasil, evaluó ex vivo 204 caninos superiores, para determinar el sellado apical y la resistencia de unión a la dentina radicular en la obturación de los conductos radiculares usando la técnica de cono único de los sistemas Waveone y Reciproc con diferentes cementos, en comparación a la técnica de condensación lateral. La muestra fue distribuida aleatoriamente de

acuerdo con el sistema de instrumentación y técnica de obturación: Reciproc R40-Cono único R 40, Wave One Large- cono único Large y Protaper Universal hasta el instrumento F4- condensación lateral. Posteriormente 9 subgrupos de n=20, fueron estructurados conforme el cemento endodóntico. AH plus, Epiphany SE, e MTA Fillapex. Después de la preparación biomecánica y obturación de los conductos radiculares, los especímenes fueron almacenados a 37 ° a 100% de humedad. Se realizó la evaluación bajo Microscopio Electrónico de Barrido los otros cortes fueron seleccionados 5 de cada tercio, en cada subgrupo para el análisis MEB 1000X de aumento, con los siguientes puntajes fueron atribuidos para la adaptación de la obturación. 0 secciones sin lagunas; 1 secciones con pequeñas fallas < 1um; 2 secciones con muchas lagunas entre 1 um y 10 um y 3 sin adaptación, con lagunas de >10um. Se analizaron bajo el test de Kruskal -Wallis e Student – Newman-Keuls ($p<0.05$), mostrando mejor adaptación en la interfase dentina y material obturador para el cemento AH plus, que para los cementos MTA Fillapex y Epiphany SE($p<0.05$). Concluyó, que las técnicas de cono único representan mayor infiltración apical y menos resistencia de unión que las de condensación lateral mejor adaptación marginal fue obtenida con el cemento AH plus, independientemente de la técnica de obturación.

Irazábal, Beltrán Gil, Rodríguez, & Méndez,(2016) en su investigación titulada “*Comparación de la interfase cemento sellador-dentina en dos técnicas de obturación: condensación lateral y condensación híbrida mixta*” de tipo experimental ex vivo, cuyo objetivo principal fue comparar la interfase cemento sellador-dentina a diversas distancias del ápice radicular, cuando se obturan los conductos con la técnica de condensación híbrida mixta y la técnica de condensación lateral, donde utilizaron 40 premolares unirradiculares con curvaturas leve a moderada, las cuales se estandarizaron en la porción radicular a 16 mm, se conformaron endodónticamente con instrumental rotatorio y obturaron con la técnica de condensación lateral y con la técnica de

condensación híbrida mixta. Las raíces fueron seccionadas a 1 mm y 4 mm del ápice radicular y la interfase se analizó con microscopía electrónica de barrido, determinaron que con la técnica híbrida mixta se encontraron valores significativamente menores de interfase cemento sellador-dentina, tanto a 1 mm como a 4 mm del ápice radicular, al compararse con la técnica de condensación lateral ($p = 0,05$). Concluyeron que la aplicación de calor en la técnica de condensación híbrida mixta aumenta la masa de material semisólido y disminuye la interfase cemento sellador-dentina.

Benavides, (2015) realizó su tesis de grado titulada “*Evaluación in vitro de la microfiltración apical después de la obturación en 60 dientes unirradiculares utilizando dos cementos selladores, uno a base de resina y uno a base de MTA observados con Microscopio de Barrido*”, realizada en la Universidad Internacional de Ecuador en el cual evaluaron la microfiltración apical de conductos radiculares obturados con dos cementos selladores, uno a base de resina y otro a base de MTA observados con microscopía electrónica de barrido. Cuya muestra fue de 60 dientes unirradiculares, instrumentados con sistema Protaper Next, irrigados con NaClO 5.25% + EDTA al 18% y obturados con conos de gutapercha y técnica de condensación lateral. El grupo A fue obturado con cemento sellador a base de MTA-Fillapex y el grupo B obturado con cemento sellador a base de Resina Topseal. Los dientes fueron cortados a 3 mm de apical horizontalmente para medir la microfiltración bajo microscopía electrónica de barrido. Dando como resultado que la obturación con el cemento sellador a base de MTA Fillapex obtuvo un promedio de 7.44 micras, mientras que el cemento sellador en base a resina Topseal tuvo un promedio de 13.65 micras de microfiltración. Esta investigación concluyó en que el cemento sellador a base de MTA Fillapex presentó menor filtración apical.

Lahor-Soler *et al.*(2015) En su estudio titulado “*In vitro study of the apical microleakage with resilon root canal filling using different final*

endodontic irrigants”, de tipo experimental in vitro realizado en Barcelona España, tuvo como objetivo comparar la microfiltración apical del material de obturación radicular del cemento Resilón, empleando tres soluciones irrigantes finales diferentes en 128 dientes uniradiculares. Las coronas se seccionaron horizontalmente en la unión cemento-esmalte y se instrumentaron con hipoclorito de sodio al 5,25% (NaOCl) y gel EDTA al 17% hasta obtener un calibre apical 0.40. Las raíces fueron asignadas aleatoriamente a tres grupos experimentales con tres diferentes irrigantes finales: (A) 20% de ácido cítrico (CA); (B) digluconato de clorhexidina al 2% (CHX); Y (C) 5,25% de NaOCl, más dos grupos de control (positivos y negativos). Secaron las muestras y se obturaron con RealSeal [™], fueron diafanizadas las piezas mediante la técnica de Robertson. La microfiltración apical fue medida mediante el método de penetración de colorante y evaluaron a través de un estereomicroscopio de 4,5x. Los datos fueron analizados estadísticamente por ANOVA de una vía y análisis post hoc para comparaciones múltiples. La media y la desviación estándar para microfiltración apical fueron: CHX al 2% (0,24 mm \pm 0,22), 20% CA (0,25 mm \pm 0,20) y 5,25% de NaOCl (0,87 mm \pm 0,32). Observaron diferencias significativas entre el grupo irrigado con NaOCl, CHX y CA (P <0,001). Concluyeron que una mayor tasa de microfiltración apical se da cuando se realizó la irrigación final con NaOCl. Informaron las tasas más bajas para CHX y CA.

Rangel (2015) realizó su tesis para obtener el grado de doctor titulada *“Microfiltración apical In Vitro causada por las técnicas de obturación con Cono Único, System B y condensación lateral Clásica”* Realizada en la Universidad de Sevilla cuyo objetivo fue comparar la microfiltración apical in vitro en conductos instrumentados con Protaper® a un calibre apical F3 y obturados con 3 diferentes técnicas de obturación, Condensación Lateral, Cono Único Protaper® y System B® en raíces mesiales de dientes multiradiculares. Estudio de tipo experimental in vitro, empleo 90 raíces mesiales de molares inferiores extraídas por razones ortodóncicas y periodontales. Las

muestras fueron preparadas e instrumentadas con el sistema rotatorio NiTi Protaper® (Maillefer-Dentsply) hasta un calibre apical F3. Se formaron tres grupos con 30 raíces cada uno, Grupo 1: gutapercha #30 .02 Hygienic y puntas accesorias MF utilizando la técnica de Condensación Lateral, Grupo B: Cono Protaper F3 con la técnica Cono Único y Grupo C: se obturo con la técnica System B utilizando puntas de gutapercha #30 conicidad .02 en todos los grupos se utilizó un cemento a base de óxido de zinc y eugenol. Al comprobar los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas (prueba Kolmogorov-Smirnov y Levene). Se analizaron los datos con la prueba de Anova de una vía y posteriormente se realizaron comparaciones post hoc con la prueba de Scheffe. La microfiltración apical fue mayor con la técnica de Cono Único (CU) seguida de la técnica de System B (SB) y la de la Condensación Lateral (CL), se reportó una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. (Valor $p < .0001$). Las comparaciones múltiples post hoc con la prueba Scheffé, determinó una mayor microfiltración apical significativa en el grupo de cono único respecto a los grupos de condensación lateral (Valor $p < .0001$) y System B (Valor $p < .0001$). No se encontró diferencia estadística significativa entre los grupos condensación lateral y el System B. (Valor $p = .623$).

Silva-León, Velásquez-Huamán, & Maúrtua-Torres (2016), realizaron su investigación titulada *“Evaluación in vitro de la resistencia a la penetración bacteriana usando dos técnicas de obturación y dos selladores endodónticos frente a una cepa de Enterococcus faecalis” llevada a cabo en la Universidad Peruana Cayetano Heredia –Perú, cuyo objetivo fue evaluar la resistencia a la penetración bacteriana utilizando dos diferentes técnicas de obturación, compactación vertical y lateral con dos selladores endodónticos, uno a base de polidimetilsiloxano y el otro a base de hidróxido de calcio y resina epóxica frente a una cepa de Enterococcus faecalis ATCC 29212, 84 dientes uniradiculares se dividieron de manera aleatoria en 4 grupos (n=20) y dos grupos de control (n= 4). El grupo I fue obturado con la*

técnica de compactación lateral y sellador Sealer 26, el grupo II con la técnica de compactación vertical y sellador Sealer 26, el grupo III con la técnica de compactación lateral y sellador Roeko Seal y el grupo IV fue obturado con la técnica de compactación vertical y sellador Roeko Seal. Se utilizó *Enterococcus faecalis* como marcador bacteriano, la penetración bacteriana se evaluó cada hora durante las primeras 96 horas, posterior a esto cada 12 horas durante 15 días. Utilizaron la prueba de Kruskal Wallis ($p=0.696$) para comparar los 4 grupos y la prueba de la U de Mann Whitney para comparar pares de grupos, al comparar las técnicas de compactación según el sellador endodóntico no se encontró diferencias estadísticamente significativas en ambos materiales (Grupo I y II $p=1.000$, Grupo III y IV $p=0.296$). Al comparar los cementos selladores endodónticos según las técnicas de compactación no se encontró diferencias estadísticamente significativas (Grupo I y III $p=0.328$, Grupo II y IV $p=1.00$). Sin embargo, se registró un tiempo máximo de 115 horas para el grupo III y un tiempo mínimo de 18:21 horas para el grupo I. Concluyeron que no se encontró diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la resistencia a la penetración bacteriana entre los selladores Roeko Seal y Sealer 26 en combinación con las técnicas de compactación lateral y vertical frente a una cepa de *Enterococcus faecalis*.

Gallegos (2014) en su tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Especialista en Endodoncia titulada “*Estudio comparativo in vitro del grado de penetración tubular en premolares mandibulares unirradiculares en tercio medio radicular entre los cementos selladores Endosequence y Top Seal*”. En la Universidad San Francisco de Quito, cuyo objetivo fue evaluar el grado de penetración tubular de los cementos selladores Endosequence (Brasseler USA) y Top Seal (Dentsply/Maillefer) en el tercio medio de premolares mandibulares. Cuya muestra fue de 22 premolares mandibulares extraídos, instrumentados con el sistema rotatorio Protaper e irrigados en cada cambio de lima con hipoclorito de sodio 5,25%, y 3ml de EDTA al 17 % dejando actuar 3 minutos. Posterior a

esto, fueron obturados con gutapercha termoplastificada y cemento sellador Endosequence como grupo 1, el grupo 2 fueron obturados con gutapercha termoplastificada y cemento Top Seal y dos dientes como grupo control negativo, se obturaron únicamente con gutapercha termoplastificada. Posteriormente seccionaron las raíces dentales longitudinalmente, y una mitad fue llevada a observación bajo microscopio electrónico de barrido. Para este estudio se utilizó la prueba F Análisis de Varianza de un factor (ANOVA). Los resultados arrojaron que el grado de penetración promedio en dientes premolares unirradiculares a nivel de tercio medio al utilizar Endosequence y Top Seal es igual con cada tipo de cemento. No existe diferencia significativa de penetración promedio en premolares unirradiculares debido al tipo de cemento sellador.

Colan & Garcia (2008), realizaron su investigación titulada *"Microfiltración apical in vitro de tres cementos utilizados en la obturación de conductos radiculares"* realizada en Lima –Perú, cuyo objetivo fue comparar la microfiltración apical in vitro obtenida por los cementos de obturación a base de óxido de zinc-eugenol (Endofill®), resina epóxica (AH-Plus®) y trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®). El estudio corresponde a una investigación de tipo experimental in vitro, en el que 165 piezas dentarias unirradiculares recientemente extraídas de conducto único y de Clase I según la clasificación de Zidell, divididas en tres grupos de 53 piezas dentarias por cada cemento y dos grupos control de tres piezas cada uno, el grupo control positivo fueron piezas sin obturar, mientras que el control negativos no se les instrumentó, solo se les impermeabilizó con barniz de uñas. Todas las piezas fueron sumergidas en tinta china, descalcificadas y diafanizadas. La microfiltración apical fue medida cada 0,5mm lineales utilizando un estereomicroscopio. Se aplicó la prueba estadística de Kolmogorov Smirnov, en función de los resultados se seleccionaron y aplicaron la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar los tres grupos de cementos, U de Mann Whitney para ver la diferencia significativa

entre grupos de cementos analizados por pares. Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos de cementos selladores ($p < 0,01$). Concluyeron que la microfiltración de mayor a menor fue el cemento a base de óxido de zinc-eugenol (Endofill®), trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®) y resina epóxica (AH-Plus®) respectivamente.

2.2 Bases Teóricas

1. El tratamiento Endodóntico

La terapia endodóntica contemporánea se sustenta en una sólida base científica, pero su éxito clínico depende en gran medida de la forma en que los especialistas clínicos acceden, limpien, conformen, desinfecten y sellen los conductos radiculares. (Arens, Gluskin, & Peters, 2009).

2. Obturación de Conductos

La obturación es la última etapa operatoria del tratamiento de conductos radiculares, tiene valor fundamental en el éxito a mediano y largo plazo, su objetivo final es la obturación completa del sistema de conductos radiculares. (Leonardo MR, 2009)

El cual resulta ser un componente crítico, pues debe proporcionar un sello completo para el sistema de conductos radiculares y eliminar todas las vías de filtración de la cavidad bucal (Gutmann, Kuttler, & Niemczyk, 2010).

Al respecto, Burch & Hulen (1972) mencionan que “el propósito de la fase de obturación del tratamiento endodóntico es prevenir la reinfección de los conductos radiculares que han sido limpiados,

moldeados y desinfectados biomecánicamente por instrumentación, irrigación y procedimientos de medicación. La obturación exitosa requiere el uso de materiales y técnicas capaces de llenar densamente todo el sistema de conductos radiculares y proporcionar un cierre estanco a los fluidos desde el segmento apical del conducto hasta el margen de cavo-superficie para prevenir la reinfección.

Esto también implica que se debe colocar un relleno o restauración coronal adecuada para prevenir la microfiltración bacteriana oral. Se ha demostrado que el éxito del tratamiento endodóntico depende tanto de la calidad de la obturación como de la restauración final". (Citado en Association American Endodontists, 2009, p.2).

3. Materiales de Obturación

Los materiales de obturación utilizados para el tratamiento de conductos son la asociación de un material semisólido (conos de gutapercha) y uno líquido o semilíquido (cemento sellador). (Colan & Garcia, 2008)

3.1. Gutapercha

Fue introducida en el campo de la endodoncia por Bowman en 1867. La gutapercha es una palabra derivada del idioma malayo (gutih que significa goma y pertjah que se traduce como sumatra), es un coagulado purificado elaborado del látex de un árbol sapotáceo del género Payena o Pallaquium originario de Sumatra, un archipiélago Malayo y Brasil. (Almenara, 2009)

Al respecto explican que idealmente, se requiere un material de obturación radicular que puede fluir en todos los espacios del sistema de conductos, para crear un sello hermético a los fluidos (Ørstavik, 2006).

Su inexistencia permitió que la gutapercha, a pesar de su pobre adaptabilidad y falta de adhesión a la dentina, permanezca como el estándar de oro para la obturación del conducto radicular. (Li *et al.*, 2014)

La gutapercha puede presentarse en dos formas esteáricas cristalinas (alfa y beta) y una forma amorfa y fundida. (Rangel, 2015). Sufriendo transiciones de fase cuando es calentada, de fase beta a alfa a alrededor de 115 ° F (46 ° C). En un rango entre 130 ° y 140 ° F (54 ° a 60 ° C) se alcanza una fase amorfa. Cuando se enfría bajo condiciones normales el material vuelve a la fase beta. Se encontró que el punto de reblandecimiento de gutapercha era 147 ° F (64 ° C). (Association American Endodontists, 2009)

Composición de los conos de gutapercha convencionales

De acuerdo a lo mencionado por Li *et al.*(2014), Ørstavik (2006), Rangel, 2015), la composición es:

- Gutapercha 20 % .
- Óxido de zinc 60- 80%.
- Sulfato de minerales 1.5 – 17%.
- Ceras / resinas 1.4 %

Algunos fabricantes agregan antimicrobianos, como el hidróxido de calcio, clorhexidina o yodoformo, para impartir algunas propiedades desinfectantes a los materiales. (Ørstavik, 2006)

En la actualidad existe una nueva generación de Conos de gutapercha recubiertos por biocerámicos tal es el caso de TotalFill® BC Points™ de FKG, EndoSequence® BC Points™ de Brasseler USA®, los cuales se unen con las partículas “biocerámicas” que se encuentran en los cementos de Silicato Tricálcico para formar un verdadero sellado sin vacíos o espacios.

- **Ventajas de la Gutapercha**

Dentro de las ventajas del uso y aplicación de la gutapercha en Endodoncia tenemos:

1. Compresibilidad: la gutapercha se adapta perfectamente a las paredes de los conductos preparados cuando se compacta en frío o con calor. (Almenara, 2009)
2. La toxicidad, alergenicidad e irritabilidad mínima del tejido cuando se retiene dentro del espacio del conducto. (Ørstavik, 2006)
3. La gutapercha es no reabsorbible y es bien tolerada en casos de sobre extensión inadvertida en los tejidos perirradiculares. (Khabbaz & Papadopoulos, 1999)
4. Estabilidad Dimensional: la gutapercha apenas presenta cambios dimensionales después de endurecida, a pesar de las modificaciones de la temperatura. (Almenara, 2009)
5. Opacidad radiográfica. (Almenara, 2009)

- **Desventajas de la gutapercha**

Dentro de las desventajas del uso y aplicación de la gutapercha en Endodoncia tenemos:

1. Una de las desventajas es su falta de adherencia a la dentina de la pared del conducto radicular. (Li et al., 2014)
2. La gutapercha se dobla con facilidad, pudiendo deformarse verticalmente durante la técnica de obturación. (Almenara, 2009)

Se han buscado diversas alternativas para sustituir a la gutapercha, pero ningún otro material ha mostrado estar en condiciones, por lo cual permanece como modelo de calidad para la obturación (Leonardo MR, 2009).

3.2. Cementos Selladores

En la actualidad existen diferentes tipos de cementos selladores que de acuerdo a su composición pueden ser: Selladores de óxido de zinc y eugenol, selladores de hidróxido de calcio, selladores de ionómero de vidrio, selladores a base de resina epoxi, selladores de silicona, selladores medicados, y los selladores a base de resina de metacrilato (Gutmann et al., 2010) y selladores a base de silicato de calcio. (Carrera, 2012).

Muliyar *et al.*(2014) explican que la capacidad de sellado de los cementos selladores utilizados juega un papel importante en el éxito de la terapia endodóntica.

Así mismo Hargreaves & Cohen (2011) afirman que los cementos son necesarios para sellar el espacio entre la pared dentinaria y el material obturador.

Se espera que las irregularidades y las discrepancias menores entre los conos de gutapercha, las paredes del conducto, los conductos accesorios y los forámenes múltiples se llenen con cemento sellador. (Dimitrova-Nakov et al., 2015). Estos además actúan como lubricantes durante el proceso de obturación. (Hargreaves & Cohen, 2011)

Grossman (1982), describió los requerimientos ideales de los cementos selladores en endodoncia. (citado en Ingle JJ, Backland IK, 2008)

1. Pegajoso durante la mezcla, para proporcionar buena adherencia con la pared del conducto una vez fraguado.
2. Proporcionar un sellado hermético.
3. Ser radiopaco, para poder verlo en las radiografías.
4. Ser polvo muy fino, para poder mezclarlo fácilmente con el líquido.
5. No contraerse al fraguar.
6. No teñir la estructura dental.

7. Ser bacteriostático o por lo menos no favorecer la proliferación bacteriana.
8. Fraguarse lentamente.
9. Ser insoluble en los fluidos tisulares.
10. Ser tolerado por los tejidos, es decir no producir irritación del tejido periradicular.
11. Ser soluble en un solvente común, si se precisa eliminar el relleno del conducto radicular.

3.2.1. Cementos en base a hidróxido de calcio

Desai & Chandler (2009) señalan que “el hidróxido de calcio fue introducido a la endodoncia por Herman en 1920 por su capacidad de reparar la pulpa en endodoncia, se utiliza principalmente para procedimientos de protección pulpar, como un medicamento intracanal, en algunas técnicas de apexificación, y como componente de varios selladores de conducto radicular”.

Los cuales han estado en uso durante un cuarto de siglo y siguen siendo populares. Desai & Chandler (2009) mencionan que los mecanismos de estimulación de los tejidos periapicales y sus efectos antimicrobianos exactos son desconocidos y hace referencia a tres posibles mecanismos:

- El hidróxido de calcio es antibacteriano. Tiene un pH muy alto (grupo hidroxilo) que favorece la reparación y la calcificación activa.
- El pH alcalino del hidróxido de calcio neutraliza el ácido láctico de los osteoclastos y evita la disolución de los componentes mineralizados de los dientes. Este pH también activa la fosfatasa alcalina que desempeña un papel importante en la formación de tejidos duros.
- El hidróxido de calcio desnaturaliza las proteínas que se encuentran en el conducto radicular y las hace menos tóxicas.

Entre las marcas comerciales tenemos: Sealapex (Kerr-Sybron Corp), Apexit Plus(Vivadent/ Ivoclaar, Schaan, Liechtenstein), Life (Kerr-Sybron Corp), CRCS - Calcibiotic Root Canal Seale (Hygenic Co), Vitapex (Dia- Dent Group International Inc.), Calasept (Nordiska Dental AB), Sealer 26 (Dentsply Industria e Comércio Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil).(Gallegos, 2014)

3.2.1.1. Sealer 26

Es un cemento sellador el cual es fabricado por (Dentsply, Petro´polis, Brazil), el cual es la modificación del cemento AH 26 con la adición de hidróxido de calcio,(Desai & Chandler, 2009)

De acuerdo al “*Manual Del Fabricante Del Producto El Sealer 26*” Dentsply (2017), es un material para obturación de conductos radiculares a base de hidróxido de calcio y óxido de bismuto aglutinados por resina epoxi, lo que asegura una excelente biocompatibilidad, estabilidad dimensional y facilidad de trabajo, junto con un alto índice de radiopacidad.

Composición

La composición del cemento sellador Sealer 26 de acuerdo a las especificaciones del fabricante son: (Cuadro 1)

Cuadro 1: Composición del cemento “Sealer 26”

SELAER 26	
Polvo	Resina
Trióxido de bismuto Hidróxido de calcio, Hexametileno tetramina, dióxido de titanio.	Epoxi bisfenol

Manejo

Se recomienda que el cemento endodóntico Sealer 26, con Hidróxido de calcio sea manipulado sobre una placa de vidrio frío. Con una espátula apropiada, incorporar el polvo a la resina para obtener una mezcla homogénea. Se obtiene una consistencia adecuada cuando al levantar la mezcla con una espátula a una altura de 1.5 a 2.5 cm se parte. Una dosis media es aproximadamente a 2 a 3 partes de polvo por una de resina.(Dentsply, 2017). Presenta 10 horas como tiempo final de fraguado, así como un pH de 10.20 a los 7 días de su aplicación.

3.2.2. Cementos Biocerámicos

“Los Biocerámicos son materiales cerámicos biocompatibles u óxidos metálicos con capacidad de sellado mejorada, actividad antibacteriana y antimicótica aplicada para uso en medicina y odontología” (Raghavendra, Jadhav, Gathani, & Kotadia, 2017), cuyo prefijo “*bio*” se refiere a su biocompatibilidad (Simon & Flouriot, 2016).

Tienen la capacidad de funcionar como tejidos humanos o de reabsorberse, estimulando la regeneración de tejidos (Raghavendra et al., 2017), los cuales incluyen alúmina y zirconio, vidrio bioactivo, cerámica de vidrio, silicatos de calcio, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles (Best, Porter, Thian, & Huang, 2008; Raghavendra et al., 2017).

Se distinguen tres tipos básicos de biocerámicos:

1. Cerámicas bioenergéticas de alta resistencia (alúmina, zirconio y carbono) (Simon & Flouriot, 2016).
2. Cerámicas bioactivas.

El termino material bioactivo de acuerdo a la definición de Hench (2006), es aquel material que provoca una respuesta biológica

específica en la interfase del material, estimulando la regeneración de tejidos, como resultado del vínculo formado entre los tejidos vivos y el material (Niu et al., 2014). Siendo el primer material bioactivo el “Bioglass” material artificial que se une químicamente con el hueso, es una marca registrada por la Universidad de Florida como un nombre para el original Composición 45S5. (Hench, 2006; Jones, 2013)

De acuerdo con Kokubo & Takadama (2006), los materiales bioactivos son aquellos que formarán apatita carbonatada después de sumergirse en una solución similar al suero, formando enlaces químicos directos con el hueso o tejidos blandos de un organismo vivo (Biovidrio y vidrio cerámica) (Simon & Flouriot, 2016), como resultado de la reacción del hidróxido de calcio con los fosfatos de calcio y fluidos tisulares (Camilleri, 2011).

3. Cerámica biodegradable o reabsorbible (Simon & Flouriot, 2016), reemplazado o incorporado en el tejido (fosfato tricálcico) (Raghavendra et al., 2017).

3.2.2.1. Materiales de nueva generación basados en silicato tricálcico hidráulico

Una nueva generación de cementos con propiedades mejoradas se ha lanzado en el transcurso de los últimos años.

El término hidráulico, se refiere a que el material puede establecerse en ambientes húmedos (Prati & Gandolfi, 2015); es decir, que la reacción de curado tiene lugar cuando se mezcla con agua y puede endurecer en un ambiente húmedo (Moinzadeh A.T. et al., 2015) y que sus propiedades mejoran cuando entra en contacto con fluidos. Es importante tener en cuenta esta información, ya que todos los materiales que se usan en odontología están siempre en contacto con fluidos tisulares, saliva y sangre (Duarte et al., 2018).

Los cementos basados en silicato de calcio hidráulico (CSCH) involucran a toda la familia de cementos similares a Mineral Trióxido Agregado (MTA) (Prati & Gandolfi, 2015) y los cementos en base a silicato tricálcico puro. El cemento Portland es el componente principal del MTA, este último está compuesto de 67–75% de silicato tricálcico (Formosa, Mallia, Bull, & Camilleri, 2012).

Se expanden en 0,2-6% del volumen inicial por la absorción de agua y contribuye de manera importante a la capacidad de sellado (Prati & Gandolfi, 2015), aumentando la retención de cemento microquímico a lo largo de las paredes internas y la adaptación de la interfase. La biomineralización puede influir positivamente en la fuerza adhesiva de inserción de este tipo de material aumentando la retención mecánica (Prati & Gandolfi, 2015), con la formación de marcas minerales dentro de los túbulos dentinarios, mejorando así la actividad biológica dentro del conducto radicular. (Camilleri, 2015a)

Se caracterizan por liberar iones Ca^{2+} , durante mucho tiempo después del fraguado y son la única familia de materiales que garantiza una liberación continua en contacto con dentina y huesos húmedos (Prati & Gandolfi, 2015), esta mayor reactividad tiene como resultado la porosidad que podría influir negativamente en la capacidad de sellado y/o la adaptación marginal creando canales interconectados y dejando espacios para la filtración, los cuales pueden disminuir con el paso del tiempo, probablemente debido a la expansión hidráulica (Prati & Gandolfi, 2015). Formando una capa interfacial sobre la dentina denominada “Zona de infiltración mineral”, existiendo un grabado alcalino y cáustico en la superficie de la dentina producida por los subproductos de la hidratación del material bioactivo, lo cual origina la degradación del componente colágeno de la dentina interfacial (Atmeh, Chong, Richard, Festy, & Watson, 2012). Esta degradación conduce a la formación de una estructura porosa que

facilita la permeabilidad, posteriormente habrá una liberación de iones fosfato del diente, que reaccionarán con el calcio del material bioactivo incrementando la mineralización de esta región y produciendo adhesión del cemento en la superficie del diente (Atmeh et al., 2012; Donnermeyer, Dornseifer, Schäfer, & Dammaschke, 2018), a su vez posee una actividad alcalinizante y aumenta el pH local durante su reacción de hidratación relacionado a la liberación de hidróxido de calcio lo cual puede explicar las propiedades antibacterianas informadas de estos materiales (Prati & Gandolfi, 2015). Es decir crea un entorno compatible con la osteogénesis y, en algunos casos, es compatible con tejidos blandos, mediante el desarrollo de una interfase natural de unión entre materiales vivos y no vivos. (Niu et al., 2014)

En la búsqueda del material endodóntico ideal, se han desarrollado y comercializado nuevos CSCH, los cuales superan algunos de los inconvenientes de los cementos originales, tales como: tiempo de fraguado prolongado, manipulación, solubilidad en un ambiente demasiado húmedo (es decir, sitios de sangrado), baja radiopacidad y alto costo (Gandolfi et al., 2015; Prati & Gandolfi, 2015). La composición de los materiales habitualmente es siempre un cemento en polvo, un radiopacificador y un líquido de mezcla. Para los materiales de nueva generación tenemos materiales premezclados los cuales facilitan su uso en buenas condiciones, con un menor riesgo de heterogeneidad en la preparación (Simon & Flouriot, 2016). Las aplicaciones en endodoncia de los cementos de silicato tricálcico hidráulico son: (Prati & Gandolfi, 2015; Raghavendra et al., 2017).

De acuerdo a lo referido por Al-Haddad & Aziz (2016), el mecanismo exacto de unión con la dentina radicular se desconoce; sin embargo, los siguientes mecanismos han sido sugeridos para selladores basados en silicato de calcio:

- Difusión de las partículas de sellador en los túbulos dentinarios (difusión tubular) para producir enlaces entrelazados. (Zhang, Li, & Peng, 2009)
- Infiltración del contenido mineral del sellador en el de la dentina intertubular, que da lugar al establecimiento una zona de infiltración mineral producida después de la desnaturalización las fibras de colágeno con un sellador alcalino fuerte.
- Reacción parcial de fosfato con silicato cálcico hidrogel e hidróxido de calcio, producidos por la reacción de silicatos cálcicos en presencia de la humedad de la dentina, dando como resultado la formación de hidroxiapatita a lo largo de la zona de infiltración mineral.

Ventajas

De acuerdo a Al-Haddad & Aziz, (2016), las ventajas asociadas al uso de cementos selladores biocerámicos son:

- Su alta biocompatibilidad con los tejidos circundantes.
- Mejora las propiedades de fijación de las biocerámicas que resulta en una composición química cristalina similar a los dientes y los materiales de apatita ósea, mejorando así la unión dentina sellador-raíz.

3.2.2.2. Bioroot TM RCS

Es el cemento sellador para endodoncia recientemente introducido al mercado peruano, basado en silicato tricálcico.

El cemento BioRoot TM RCS (BR) se beneficia de la tecnología Active Biosilicate como Biodentine TM (Simon & Flouriot, 2016). Está compuesto silicato tricálcico, povidona (Siboni, Taddei, Zamparini, Prati, & Gandolfi, 2017), óxido de zirconio agregado para mejorar la radiopacidad (Khalil, Naaman, & Camilleri, 2016),

un polímero hidrófilo biocompatible para mejorar la adhesión (Simon & Flouriot, 2016) y excipientes (Septodont, 2017). El líquido contiene Solución acuosa de cloruro de calcio y policarboxilato. (Septodont, 2017)

El óxido de zirconio (ZrO_2), mejora las propiedades físicas de los cementos basados en silicato tricálcico, como: la resistencia a la compresión, desencadena una mejor respuesta biológica en comparación a los cementos que contienen óxido de bismuto, permitiendo una liberación mayor y más prolongada de iones de calcio y hace que los cementos de silicato tricálcico sean más biocompatibles (Siboni *et al.*, 2017).

BR previene el desarrollo bacteriano que conduce a fracasos clínicos, en caso de requerir retratamiento se puede retirar fácilmente del conducto radicular, si es necesario repetir el tratamiento (Septodont, 2017).

Así mismo BR podría aplicarse como un material de recubrimiento pulpar cuando se requiere un cemento más fluido que BD (Loison-Robert *et al.*, 2018).

Composición

Los componentes principales de cemento BioRoot TM RCS son:(Cuadro 2) (Donnermeyer *et al.*, 2018)(Siboni *et al.*, 2017)

Proporción de la Mezcla: 1 Cucharilla de polvo y 5 gotas de líquido.

Tiempo de Fraguado: De acuerdo a lo mencionado por Khalil *et al.* (2016) el tiempo de fraguado es de $27,4 \pm 2,8$ minutos. El tiempo de fraguado inicial establecido por Siboni *et al.* (2017) para el cemento BioRoot RCS fue de 55 minutos y de fraguado final de 300 minutos, también se menciona que los procesos de

hidratación continuaron después del tiempo de fraguado final y permitieron la liberación de iones y la nucleación de Ca durante 28 días.

Cuadro 2: Composición del cemento “BioRoot™ RCS”

BioRoot® RCS				
Polvo	Líquido			Radiopacificador
Silicato Tricálcico de alta pureza, povidona.	Solución acuosa de cloruro de calcio y policarboxilato.		Oxido (Donnermeyer <i>et al.</i> , 2018).	Zirconio

Propiedades

Biocompatibilidad: BioRoot™ RCS es altamente biocompatible, no altera la arquitectura celular, cuya integridad es necesaria para las funciones basales celulares (Loison-Robert *et al.*, 2018). De acuerdo a una investigación realizada recientemente no presenta un efecto citotóxico (Colombo *et al.*, 2018) (Poggio, Riva, Chiesa, Colombo, & Pietrocola, 2017) en contacto directo o indirecto y la genotoxicidad resultó negativa. Tampoco las células expresaban IL-1 β o metaloproteinasa de matriz 9 (MMP-9), y la metaloproteinasa 2 de matriz (MMP-2) las cuales están asociadas con respuestas inflamatorias (Loison-Robert *et al.*, 2018).

Posee capacidad bioactiva al estimular los procesos fisiológicos de mineralización de la estructura dentinaria (Septodont, 2017), creando un entorno favorable para la cicatrización periapical e induce la producción de factores de crecimiento angiogénicos y

osteogénicos por las células del ligamento periodontal humano in vitro (Siboni *et al.*, 2017); y a la formación de hidroxiapatita y la mineralización de la estructura dentinaria (Simon & Flouriot, 2012).

Potencial de Hidrogeniones (pH): La capacidad antibacteriana está relacionada con el pH alcalino, que puede neutralizar el ácido láctico de los osteoclastos y evitar la disolución de componentes mineralizados de los dientes. Los selladores de conductos radiculares contribuyen a la formación de tejidos duros mediante la activación de la fosfatasa alcalina (Colombo *et al.*, 2018).

BR gracias a su pH promueve la actividad antibacteriana y favorece la nucleación de apatita (Siboni *et al.*, 2017). De acuerdo a múltiples estudios el valor promedio del pH fue de 9,63 ($\pm 0,7$) - 11,7 ($\pm 0,2$) (Siboni *et al.*, 2017) durante un período de 8 días, 11-12 durante los primeros 14 días, disminuyendo el Ph a 8,35 - 8,7($\pm 0,9$) (Loison-Robert *et al.*, 2018; Siboni *et al.*, 2017). Los valores de pH altamente alcalinos de este cemento vuelven a la normalidad en contacto con las células, sin duda debido al sistema tampón, similar a lo que puede suceder in vivo (tampón de carbonato en la saliva) (Loison-Robert *et al.*, 2018).

En un estudio reciente realizado por Loison-Robert *et al.* BR demostró una discreta actividad antibacteriana en condiciones experimentales contra *E. faecalis* (citado en Colombo *et al.*, 2018).

Así mismo, se ha demostrado que BR, libera iones de calcio es alto y más prolongado que los otros materiales (Khalil *et al.*, 2016). Se evidenció que existe liberación de iones Ca_2 el cual permaneció significativamente alta hasta los 28 días, lo que demuestra la actividad a largo plazo (Siboni *et al.*, 2017). Creando un sellado hermético dentro de los túbulos dentinarios (Septodont, 2017).

Solubilidad: La insolubilidad es una propiedad deseable para los materiales restauradores en odontología; Además, también es una característica ideal para cementos selladores en endodoncia (Saghiri *et al.*, 2011). De acuerdo con la norma de la Organización Internacional de Normas 6876 (International Standard Iso, 2001) o la especificación ANSI / ADA No. 57, la solubilidad de los selladores de conductos radiculares no debe exceder el 3% de la fracción de masa después de la inmersión en agua durante 24 horas (Poggio, Dagna, *et al.*, 2017).

Actualmente existe discrepancias marcadas entre las investigaciones en cuanto a lo solubilidad del cemento BR, quizás por las diferencias metodológicas, de acuerdo a la investigación realizada por Urban *et al.* (Urban, Neuhaus, Donnermeyer, Schäfer, & Dammaschke, 2018) la solubilidad después de 14 días es de (1,600%) y 28 días (1,999%) a diferencia de lo reportado por Siboni *et al.* (2017), mencionan que el cemento BR posee una solubilidad del $37,6\% \pm 3,2$ 24 horas después de la inmersión en agua destilada. Así como también Poggio, Dagna, *et al.* (2017) dando como porcentaje de solubilidad 11,05% (1,25), mostrando una pérdida de peso superior al 3%, es decir no cumpliría con los requisitos de ANSI / ADA.

Independientemente de los valores encontrados, se cree que el cemento sellador que contiene silicato de calcio y se sumerge en fluido corporal simulado, los iones de calcio combinados con fosfato están promoviendo la formación de una capa superficial de hidroxiapatita, que es capaz de llenar vacíos originados por la alta solubilidad, mejorando la capacidad de sellado por la deposición de hidroxiapatita (fosfato de calcio) en la interfase pared-dentina-sellador, pudiendo esta compensar la solubilidad (Urban *et al.*, 2018).

De acuerdo al “Manual del fabricante del cemento Bioroot” (Septodont, 2017)), refiere que el cemento presenta las características siguientes:

1. Resistencia excepcional a la microfiltración.
2. Mineralización de la estructura dentinaria mediante la formación de hidroxiapatita.
3. BioRoot [™] RCS cristaliza dentro de los túbulos dentinarios creando un sello tridimensional.
4. Obturación libre de fugas para reducir el riesgo de fallo tardío.
5. Liberación de hidróxido de calcio que permite un aumento del pH > 11.
6. Formulación mineral pura.
7. Reduce la sensibilidad postoperatoria – libre de resina - hecha de silicato de calcio puro y sin monómero garantizando una contracción cero.
8. Alta radiopacidad.
9. Gran fluidez.
10. Es adecuado para uso en técnica de obturación cono único o Condensación lateral fría.
11. Permite la inserción rápida de la punta gutapercha.
12. Fácilmente recubre las paredes del conducto radicular para una colocación suave.
13. Tiempo de trabajo y puesta en funcionamiento optimizado: -
Tiempo de trabajo:> 10 minutos - Tiempo de fraguado: <4 horas

4. Técnicas de Obturación

Se han propuesto múltiples técnicas para lograr un relleno completo del espacio del conducto radicular. (Saber *et al.*, 2014). Dentro de las cuales la técnica de condensación lateral es la más conocida. En la actualidad con la introducción de nuevos cementos selladores se han planteado nuevas técnicas de obturación como la técnica hidráulica

sincronizada diseñada para la obturación de los cementos hidráulicos en base a silicato tricálcico.

4.1.1. Técnica Hidráulica Sincronizada

El Dr. Dennis Brave (2012), habla de una técnica que permite optimizar el tiempo clínico, la cual se inicia con una preparación con instrumentos rotatorios de taper constante (4 o 6%), para lograr una homologación entre el último instrumento utilizado y el cono principal en la obturación del sistema de conductos (Yáñez, 2015). Asociado a un cemento sellador en base a materiales denominados Biocerámicos, que inicialmente se denominó: técnica de cono único.

4.1.2. Técnica Condensación Lateral

La técnica más popular de Obturación es la de condensación lateral. Fue concebida por Callaham en 1914. También llamada compactación en frío. La técnica de la condensación lateral de gutapercha es la más conocida y utilizada para obturar los conductos radiculares y ha servido como parámetro para la evaluación de otras técnicas. (Rangel, 2015). La cual consiste en rellenar el sistema de conductos radiculares a través de un cono principal análogo al último instrumento de la preparación biomecánica envuelto con cemento sellador a longitud de trabajo y conos accesorios los cuales son insertados a través del espacio dejado por un espaciador, hasta que el espaciador penetre más allá del tercio cervical.

Ventajas y Desventajas de la Técnica

De acuerdo a lo detallado por Nageswar-Rao (2011) se menciona las ventajas y desventajas siguientes:

Ventajas

- Técnica menos sensible, de fácil manipulación.

- No hay costo adicional por que no se requieren equipos sofisticados.

Desventajas

- Requiere de mucho tiempo.
- Se requiere de muchos conos.
- Las irregularidades del conducto son difíciles de rellenar.
- Las posibilidades de vacíos son mayores.

5. Microfiltración Apical

Microfiltración se define como la "difusión de las bacterias, fluidos orales, iones y moléculas en el diente y la interfase de material de relleno" O definido como el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre el diente y el material restaurador o de relleno. Muchos estudios enfatizan que los materiales de obturación no son bordes fijos, inertes e impenetrables sino micro grietas dinámicas, que contienen tráfico de bacterias, iones y moléculas. (Mulyar *et al.*, 2014).

Monardes y cols., 2014 mencionan que este proceso se debe a una adaptación deficiente de los materiales, o a la contracción del relleno radicular durante la reacción de fraguado o a la solubilidad del cemento sellador el cual puede causar lagunas a lo largo de la Interfase del sellador / dentina o el sellador / gutapercha que podría proporcionar un camino para los microorganismos y sus productos tóxicos penetren en los tejidos periapicales. (Poggio, Dagna, *et al.*, 2017)

5.1. Causas de la Microfiltración

Mulyar *et al.*, 2014 explica que el fracaso del tratamiento del conducto radicular se puede atribuir a una serie de factores, aunque la principal

causa de la microinfiltración es a través del sistema de conductos radiculares.

Las causas pueden ser ampliamente divididas en:

- a. Microfiltración apical como una causa del fracaso.
- b. Microfiltración coronal como causa de falla

5.1.1. Métodos utilizados para la detección de microfiltración

La evaluación de la capacidad de sellado se ha considerado un parámetro importante para evaluar la introducción de cada nuevo cemento sellador. (Viapiana *et al.*, 2016)

Actualmente la falta de reproducibilidad en los estudios de filtración se atribuye a las diferencias en la anatomía de las piezas dentarias, así como el emparejamiento de dientes, basados en el examen visual, radiográfico en orientación bucolinguales y mesiodistal inadecuada, y falta de alta resolución (De-Deus, 2012).

Rangel, (2015) explica que el uso de tinciones para determinar el sellado apical *in vitro* es frecuentemente utilizado, si bien en las últimas décadas se han utilizado colorantes, radioisótopos, bacterias y sus metabolitos. Cuyos valores no pueden ser tomados como valores absolutos ni se pueden extrapolar pues son conseguidos mediante distintas metodologías.

De acuerdo a lo citado por Mulyar *et al.*, (2014), los distintos tipos de metodología empleados para evaluar filtración son:

- Penetración de tinte.
- Filtración de fluidos.
- Método de extracción o disolución de colorantes.
- Método de infiltración de bacterias y toxinas.

- Método de presión de aire.
- Método electroquímico.
- Método de activación de neuronas.
- Método de radioisótopos.
- Trazadores de soluciones metálicas.
- Método de difusión inversa.
- Caries artificiales.
- Método tridimensional.
 - .1 Microscopía electrónica de barrido.
 - .2 Microscopio electrónico de transmisión.
 - .3 Tomografía microcodificada.

5.1.1.1. Microscopio Electrónico de Barrido

“La microscopía electrónica de barrido constituye un método esencial para el estudio tridimensional de las superficies de las muestras, proporcionando imágenes y propiedades físico-químicas de las superficies utilizando el principio de la microscopía óptica en la que se sustituye el haz de luz por un haz de electrones. Para observar las muestras (salvo que ya sean conductoras) éstas generalmente son recubiertas con una capa muy fina de oro o carbón, lo que le otorga propiedades conductoras. La técnica de preparación de las muestras se denomina “sputtering” o pulverización catódica”. (Benavides, 2015)

Este tipo de técnica es habitualmente utilizada para la evaluación de la Interfase de la masa obturadora en las paredes del conducto radicular, evidenciando el espesor y la uniformidad de la película de cemento y la profundidad de penetración de este material obturador en los túbulos dentinarios (Camilo, 2014).

2.3 Marcos Conceptuales o Glosario

- **Obturación Endodóntica.** Es la última etapa operatoria del tratamiento de conductos radiculares, con el fin de prevenir la reinfección de los conductos radiculares que han sido limpiados, moldeados y desinfectados biomecánicamente por instrumentación, irrigación y procedimientos de medicación. (AAE, 2009)
- **Interfase:** Superficie que separa dos fases o superficie de contacto (Diccionario de Física y Química) (Costa, 2005).
- **Microfiltración.** Difusión de las bacterias, fluidos orales, iones y moléculas en el diente y la interfase del material de relleno a nivel apical (Mulyar *et al.*, 2014).
- **Cemento Endodóntico:** Material necesario para sellar el espacio entre la pared dentinaria y el material obturador (Hargreaves & Cohen, 2011).
- **Silicato Tricálcico:** Material de tipo Biocerámico, cuya fórmula química es Ca_3SiO_5 ,
- **Hidróxido de Calcio:** Material que estimula a los tejidos periapicales con el fin de mantener la salud o promover la cicatrización y, por sus efectos antimicrobianos que posee un pH muy alto.
- **Microcopia Electrónica de Barrido:** Es un método esencial para el estudio tridimensional de las superficies de las muestras. (Benavides, 2015)

CAPITULO 3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

El presente estudio se enmarca dentro de la investigación cuasi experimental, de estrategia transversal comparativa, con un enfoque cuantitativo.

3.2 Unidad de Análisis:

Tercio Radicular de premolares mandibulares.

3.3 Población de Estudio:

Premolares Mandibulares recién extraídos por fines ortodónticos y periodontales.

3.4 Tamaño de Muestra

21 premolares uniradiculares. Se determinó este número basándose en estudios de investigación previamente realizados. (Balguerie et al., 2011).

3.5 Selección de muestra

El muestreo es de tipo no probabilístico intencional homogéneo; el cual fue dividido en tres Grupos de manera no aleatoria. El grupo Control positivo o Gold Stándard (A) = 10 obturadas con cemento a

base de Hidróxido e calcio – Sealer 26, El grupo B = 10 obturadas con cemento a base de Biocerámicos – Bioroot RCS y Grupo Control Negativo C= 1. Obturada sin cemento sellador.

3.6 Técnica de recolección de Datos.

La información se obtuvo por la técnica de observación estructurada, no participante laboratorial.

El estudio se basó en el análisis de la interfase de microfiltración de los cementos obturadores de los conductos radiculares BioRoot RCS (Septodont) y Sealer 26 (Dentsply) a través de la medición de las Microfotografías tomadas con una cámara incorporada al Microscopio Electrónico de Barrido de la Facultad de Biología de la UNMSM en tres niveles o tercios (apical, medio y cervical), para lo cual las secciones transversales de los 3, 7 y 12 mm de las piezas dentarias fueron metalizadas previamente a la observación (SPI-MODULE™ Sputter Coater – USA). Con el fin de una mejor comprensión de la secuencia metodológica empleada, los procedimientos adoptados fueron expresados en el esquema de la Figura 1.

Para lo cual fueron seleccionados 21 dientes premolares unirradiculares permanentes (Figura 2), obtenidos por medio del Banco de Dientes de la UPG FO-UNMSM. Previamente al estudio los dientes se sumergieron en NaOCl al 5.25% durante 10 minutos, fueron limpiados con curetas periodontales (Gracey) y esterilizados en autoclave durante 40 minutos a 240° F (115,6°C) de temperatura y 20 psi (1,36atm) de presión para impedir el crecimiento bacteriano y almacenados en suero fisiológico, Para posteriormente ser evaluados macroscópicamente y radiográficamente a través del sensor RVG CDR (FONA, USA) en el sentido vestíbulo – lingual y medio – distal (Figura 3) verificando que los dientes seleccionados presenten los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

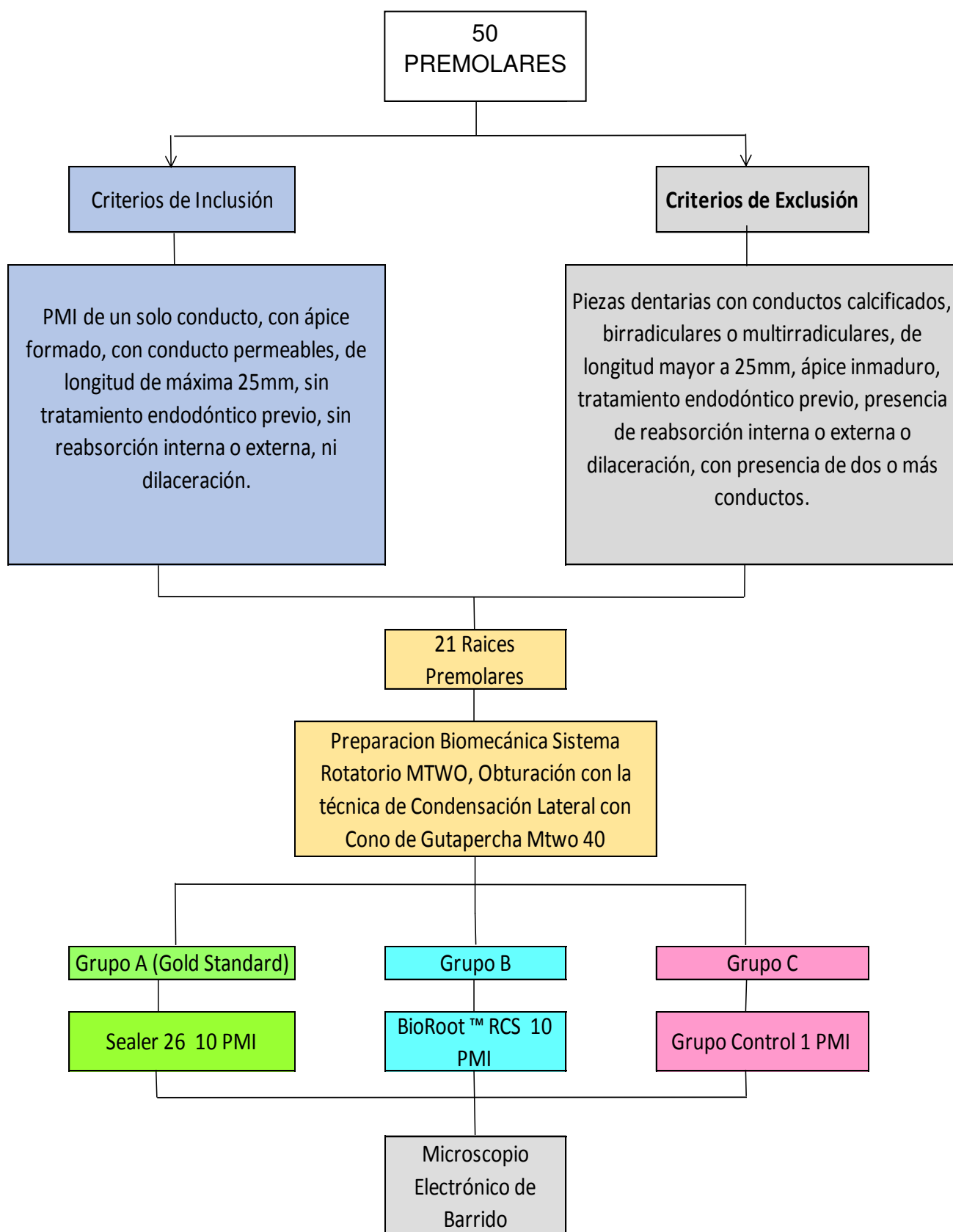


Figura 1. Flujograma de la secuencia de procedimientos

3.6.1 Criterios de Inclusión:

- Piezas dentarias unirradiculares (Premolares mandibulares de un solo conducto).
- Piezas dentarias permanentes con el ápice completamente formado.
- Piezas dentarias con conductos permeables.
- Piezas dentarias que tengan una longitud de máximo 25 mm.
- Piezas dentarias sin tratamiento endodóntico previo.
- Piezas dentarias que no presenten reabsorción interna o externa.
- Piezas dentarias sin dilaceración.

3.6.2 Criterios de Exclusión:

- Piezas dentarias con conductos calcificados.
- Piezas dentarias birradiculares o multirradiculares.
- Piezas dentarias que tengan una longitud que sobrepase los 25mm.
- Piezas dentarias con ápice inmaduro.
- Piezas dentarias con tratamiento endodóntico previo.
- Piezas dentarias con reabsorción interna o externa.
- Piezas dentarias que presenten dilaceración.
- Piezas dentarias con presencia de dos o más conductos.



Figura 2. Dientes premolares mandibulares con las características de los criterios de inclusión.

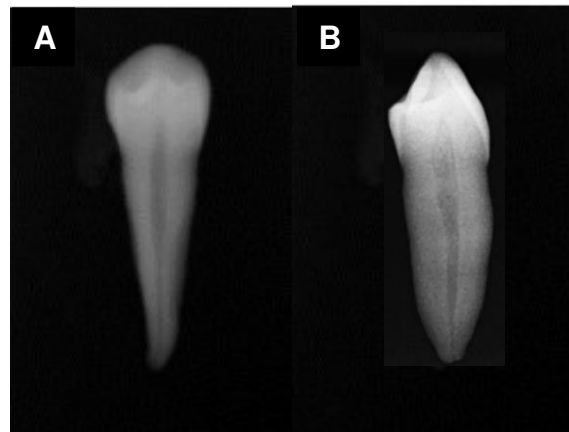


Figura 3. Radiografía previa para evaluar los criterios de inclusión y exclusión. (A) Sentido vestibulo-lingual, (B) Sentido mesio- distal.

Todos los procedimientos del tratamiento endodóntico fueron realizados por un solo operador.

Las coronas dentales fueron removidas en la región cervical utilizando un disco diamantado con revestimiento galvánico modelo elástico de

0.25 mm de espesor (BREDENT GmbH & Co. KG - Germany) en baja rotación, sobre refrigeración, resultando en raíces con 15 mm, cuya longitud fue verificada a través de una regla milimetrada (Mayllefer). Las muestras fueron colocadas por separado en tubos de polipropileno tipo Eppendorf (Eppendorf – Brasil Ltda, Sao Paulo, Brasil), con 1 ml de agua destilada durante 72 horas para su rehidratación. (Figura 4)

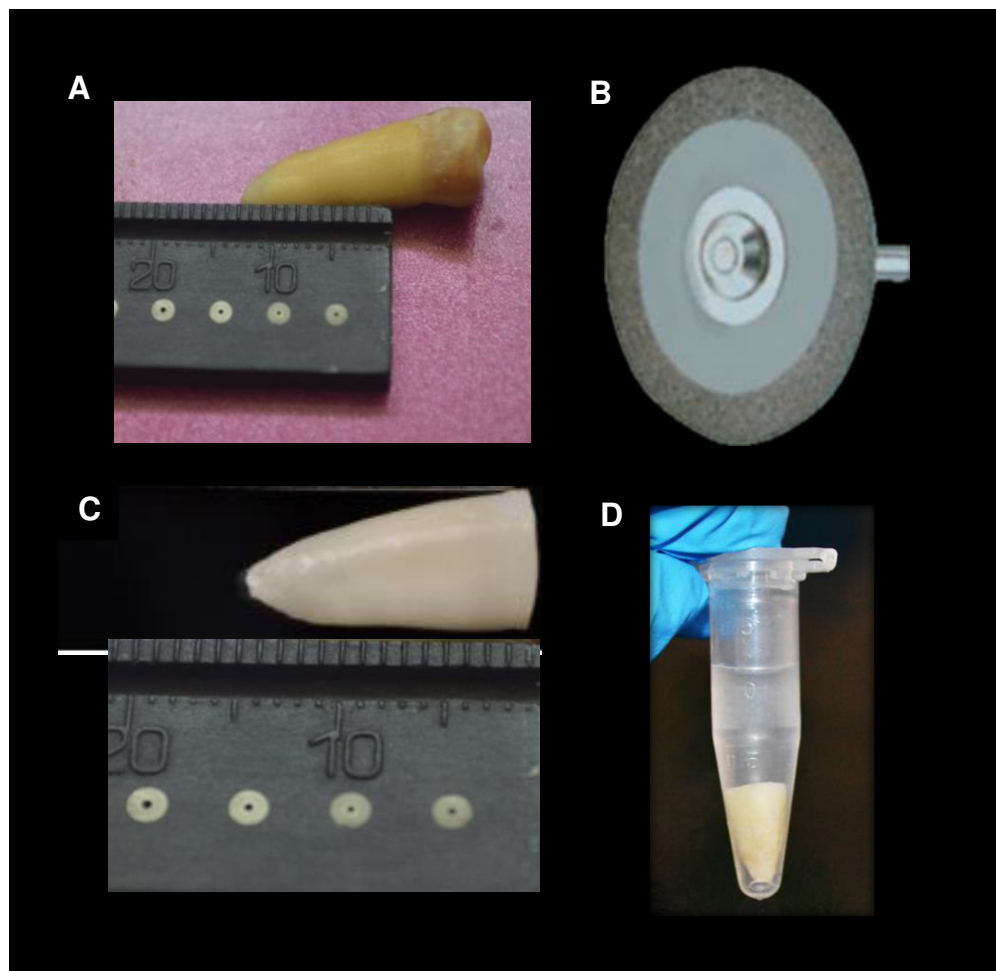


Figura 4. (A) Medida de la longitud radicular con regla milimetrada, (B) Disco de corte diamantado, (C) Verificación de la longitud del corte transversal de la porción coronaria, (D) Muestra individual insertada en tubo Eppendorf.

Fase de Tratamiento Endodóntico

El retiro de restos pulpaes y el glidepath, se realizaron a través de la irrigación con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5.25%, usando una jeringa estéril de plástico de 10 ml/cc (Family Doctor), aguja Navitip blanca Ø 0,30 mm (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) y limas manuales de acero inoxidable tipo Flexofile # 15 (Dentsply Maillefer - Suiza), lo cual se verificó visualmente, se introdujo en el conducto radicular hasta que la punta se observara a través del foramen apical. La longitud de trabajo fue establecida disminuyendo 1 mm de esa medida (Longitud de trabajo 14mm).

Preparación Biomecánica

Se realizó la preparación químico-mecánica con sistema de rotación continua con el Sistema MTWO (VDW GmbH, Munich, Germany) , con limas de 21 mm de longitud, empleando la secuencia básica (10/04, 15//05, 20/06, 25/06) y complementaria (30/05, 35/04, 40/04) para conductos medianos, de acuerdo a las especificaciones del fabricante accionados con el motor VDW Silver Reciproc / Micromotor/ Ca Sirona 6:1 (VDW GmbH, Munich, Alemania) accionados a 150-350 RPM (Figura 5).

Los instrumentos fueron utilizados en los conductos radiculares con movimientos suaves de cepillado, con pequeños avances de 2 a 3 mm en dirección apical hasta la longitud de trabajo, para luego irrigar con 2 ml de NaOCl 5.25% por medio de una jeringa plástica estéril descartable de 10 ml y aguja Navitip blanca Ø 0,30 mm (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) y pasar al siguiente instrumento y así sucesivamente hasta finalizar con la lima MTWO 40/04, realizando una preparación biomecánica apical y lateral. Cada instrumento fue empleado para la preparación de dos muestras. Al finalizar la preparación biomecánica se irriego con 5 ml de NaOCl.

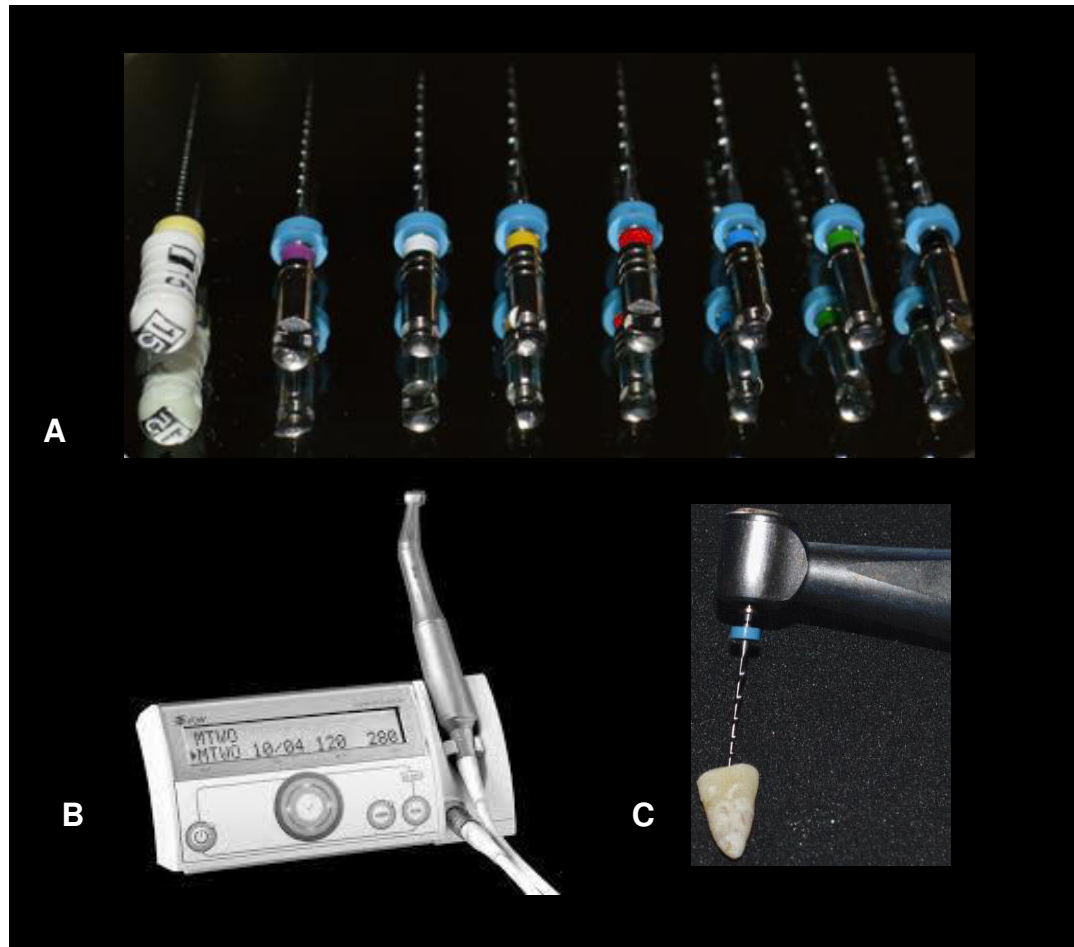


Figura 5. (A) Secuencia de la Preparación biomecánica con el Sistema MTWO (VDW GmbH, Munich, Germany) (B) Motor WDW Silver Reciproc - VDW GmbH, Munich, Alemania). (C) Preparación del conducto radicular.

Posteriormente se eliminó mecánicamente el Smear Layer o barrillo dentinario con el dispositivo Easy Clean 30/04 (Easy Dental Equipment, Belo Horizonte, MG, Brasil) (Figura 6), empleando 2 ml de NaOCl con 3 ciclos de 20 segundos cada uno bajo movimiento reciprocante a 2 milímetros de la longitud de trabajo, seguido de 3 ciclos de 20 segundos cada uno de activación de 2 ml del EDTA al 17%, y 3 ciclos de 20 segundos de activación del NaOCl, finalizando con agua destilada, de acuerdo a las especificaciones del fabricante.



Figura 6. Dispositivo mecánico de irrigación Easy Clean 30/04 (Dental Equipment, Belo Horizonte, MG, Brasil)

Obturação

Para la obturación de los conductos radiculares fueron utilizados dos cementos: BioRoot™ RCS (Septodont – Saint-Maur-des-Fossés Cedex France) Y Sealer 26 (Dentsply-Brazil, Petrópolis, RJ, Brazil:), cuya composición y sus respectivos fabricantes están descritos en la (Cuadro 3)

Las raíces fueron distribuidas en tres grupos de forma no aleatoria, de acuerdo al cemento sellador utilizado: Grupo A: (10) Obturadas con cemento a base de Hidróxido e calcio – Sealer 26 o Gold Standard, Grupo B: (10) Obturadas con cemento a base de Biocerámicos – Bioroot™ RCS, Grupo C: (1) Obturadas únicamente con Gutapercha sin Cemento Sellador.

Cuadro 3. Fabricantes y composición de los cementos obturadores usados en el estudio

IMAGEN DEL MATERIAL	MATERIAL FABRICANTE	COMPOSICION QUIMICA	
	Sealer26	Hidróxido de calcio.	Resina Epoxi
	Dentsply-Brazil, Petrópolis, RJ, Brazil	Trióxido de Bismuto. Hexametileno tetramina. Dióxido de titanio	bisfenol
	Bioroot™ RCS	Polvo	Líquido
	Septodont – Saint-Maur-des-Fossés Cedex France	Silicato tricálcico Oxido de circonio Povidona	Cloruro de calcio Policarboxilato.

*Conforme a la información del fabricante

Los conos de gutapercha Reciproc MTWO40 fueron insertados a Longitud de trabajo, la adaptación de los conos fue realizada por medio visual y táctil, posteriormente fueron realizadas las tomas radiográficas, con el sensor RVG CDR (FONA- USA), para verificar la adaptación del material a nivel apical (Figura 7). Los cementos selladores fueron manipulados de acuerdo a las instrucciones de los fabricantes (Cuadro 4).

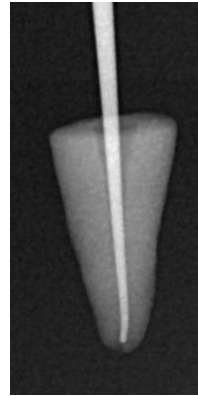


Figura 7. Radiografía de conometría con el sensor RVG CDR (FONA-USA)

Posteriormente las piezas fueron obturadas con la técnica Condensación lateral, con el cono principal Mtwo 40/04, el cual fue envuelto con el cemento sellador, se introdujo con movimiento circular, horario y antihorario hasta la longitud de trabajo. Se utilizaron los espaciadores digitales número ISO #20 de 21 mm (Dentsply - Mayllefer), que fueron introducidos en el conducto radicular lateralmente al cono de gutapercha principal alcanzando una longitud de 1 mm de la longitud de trabajo, se introdujeron conos de gutapercha accesorios número 15, este proceso se repitió con el espaciador hasta completar la obturación del conducto radicular.

Los procedimientos de corte del material se realizaron a nivel cervical, con una cureta para dentina (Mayllefer) al rojo vivo, se realizó la limpieza de la región cervical, y se tomaron radiografías finales ortoradiales para verificar la obturación final. (Figura 8)

Posteriormente se dejó las piezas a temperatura ambiente durante 24 horas para que los cementos selladores terminen su proceso de fraguado, para luego ser almacenados al 100% de humedad a 37°C durante 28 días.

Cuadro 4. Indicaciones del fabricante para el uso y aplicación de los cementos utilizados en la investigación.

MATERIAL	MODO DE USO Y APLICACION	TIEMPO DE FRAGUADO
Bioroot™ RCS Septodont – Saint-Maur- des-Fossés Cedex France	<p>Recoger el polvo con la cuchara dosificadora rasa.</p> <p>Abrir una dosis única de solución de mezcla, vierta 5 gotas de solución de mezcla en el recipiente de mezcla.</p> <p>Mezclar el sellador añadiendo progresivamente el polvo al líquido, hasta obtener una pasta de consistencia cremosa (alrededor de 60 segundos)</p> <p>Tan pronto como se obtenga una consistencia lisa y cremosa, se deberá dejar de incorporar más polvo al líquido.</p> <p>Insertar el cono maestro de gutapercha previamente recubierto con BioRoot TM RCS y varios puntos de gutapercha recubiertos (técnica de condensación lateral).</p> <p>Cortar la gutapercha con un instrumento caliente.</p> <p>Realizar la restauración provisional utilizando cualquier material de sellado Temporal.</p>	BioRoot™ RCS ofrece un tiempo de trabajo mínimo de 10 minutos y un tiempo máximo de fraguado de 4 horas
Sealer 26 Dentsply- Brazil, Petrópolis, RJ, Brazil	<p>Incorporar el polvo a la resina para obtener una mezcla homogénea, sobre una platina de vidrio.</p> <p>La consistencia adecuada cuando al levantar la mezcla con una espátula a una altura de 1.5 a 2.5 cm, se parte. Una dosis media es aproximadamente 2 a 3 partes de polvo por una parte de resina.</p> <p>Introducir el cemento endodóntico Sealer26, con un léntulo o con el auxilio de un cono de gutapercha.</p> <p>La placa de vidrio podrá ser colocada a una distancia de 10 a 15 cm de una llama para hacer más fluido el cemento, permitiendo su aplicación en el interior de los conductos. Esto podrá repetirse cuantas veces sea necesario.</p>	Sealer26 a temperatura corporal endurece aproximadamente en 10 horas y a temperatura ambiente a 23º entre 48 y 60 horas

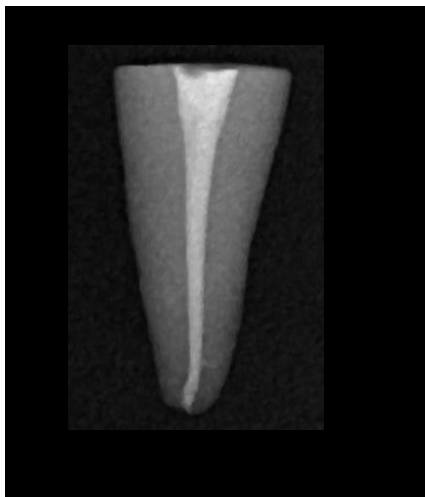


Figura 8. Radiografía de obturación final.

Se realizaron los cortes transversales de 3, 7 y 12 mm de espesor respectivamente, con un disco diamantado de 0.25 mm de espesor (Bredent GmbH & Co KG - Germany) (Figura 9)

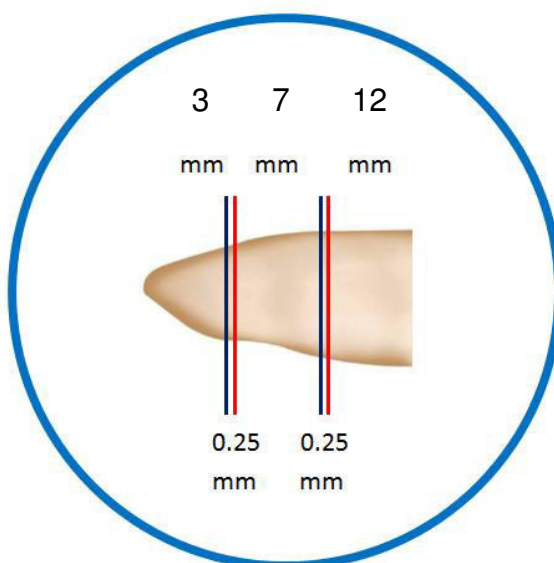


Figura 9. Cortes Transversales al eje longitudinal de la porción radicular.

Realizados los cortes a nivel apical medio y cervical se procedió a realizar el pulido de la superficie con lijas de agua de granulación descendente hasta 1200 (Camilo, 2014), para posteriormente ser sumergidas en EDTA al 17% durante 3 minutos e NaOCl al 5.25% por 2 minutos y colocados en tubos Eppendorf con agua destilada.

Las muestras fueron deshidratadas con soluciones de alcohol a diferentes concentraciones ascendentes 25%, 50 %, 60%, 80% y 96% por 20 minutos en cada una. Posteriormente se procedió a liofilizar las muestras a través del proceso de desecado, se congelaron en una cámara de vacío para realizar la separación del agua contenida en las muestras por el proceso de sublimación (Figura 10).



Figura 10. Equipo de liofilización.

Después de este procedimiento las muestras fueron incluidas en una base metálica (Stub), con la ayuda de tiras de fibra de carbono y posicionados en un microscopio estereoscopio (Leica Microsystems M80) (Figura 11).

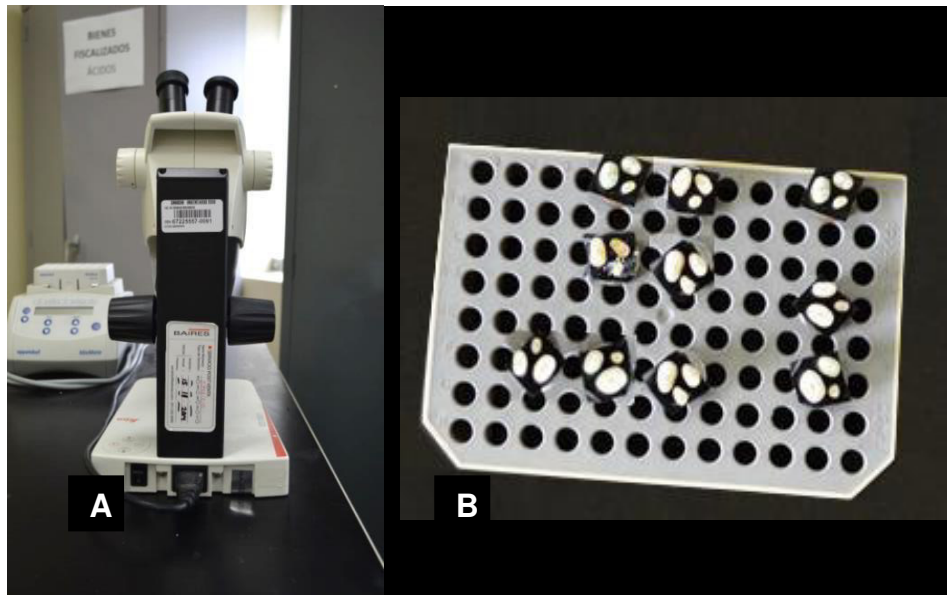


Figura 11. (A) Microscopio Estereoscopio ,11 (B) Proceso de Fijado en Stub de las muestras.

Finalmente las muestras fueron metalizadas con oro (SPI-MODULETM Sputter Coater - USA) (Figura 12), para poder ser observadas bajo microscopio electrónico de barrido (FEI-InspectS50 - Japan) (Figura 13).

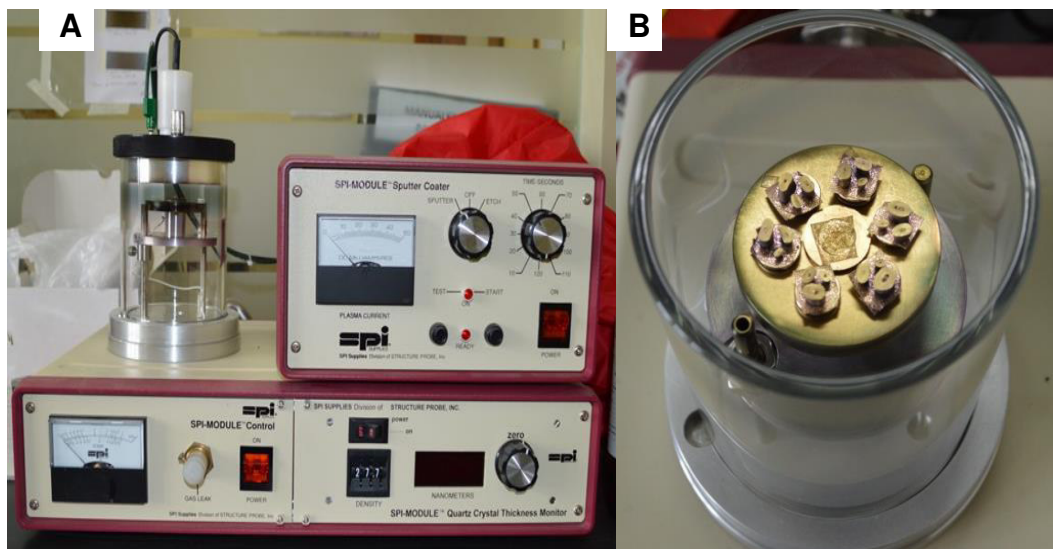


Figura 12. (A) Equipo de metalizado con Oro SPI-MODULETM Sputter Coater - USA), (B) Muestras metalizadas en oro.

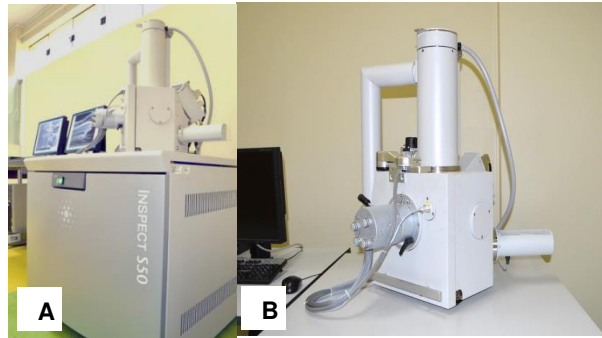


Figura 13. (A y B) Microscopio electrónico de barrido (FEI – Inspect S50 - Japan)

El microscopio electrónico de barrido fue operado a una potencia de 4.5kV hasta llegar a los aumentos de 250x y 1000x, para las electromicrofotografías correspondientes, se eligieron cuatro puntos equidistantes en la Interfase del material de obturación y la dentina. (Figura 14). Se tomaron 5 microfotografías por tercio radicular y por grupo, haciendo un total de 315 para los grupos A, B y C. Las mediciones fueron realizadas por dos operadores ciegos con un aplicativo del mismo microscopio electrónico de barrido (Figura 15).

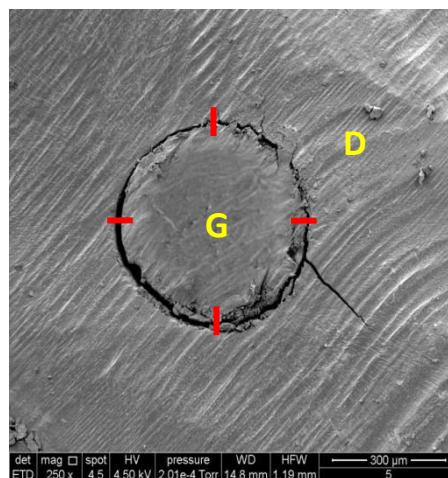


Figura 14. Ilustración de la metodología de medición de la Interfase de filtración en 4 puntos. Dentina (D) y Gutapercha-Sellador (G)

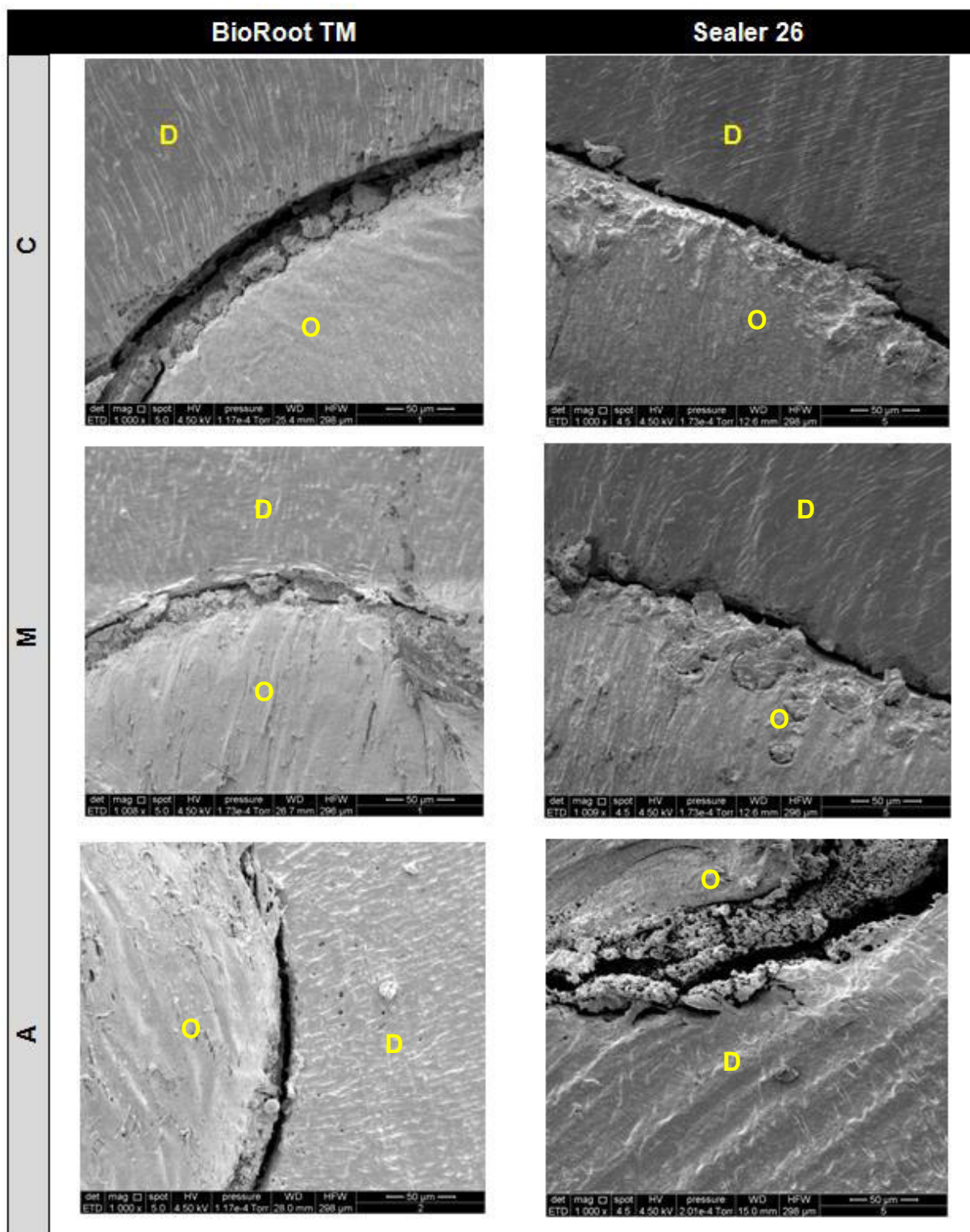


Figura 15. Electromicrofotografías (MEB) de las interfaces de obturación en los tercios Cervical (C) Medio (M) y Apical(A) en piezas dentarias obturadas con la técnica de condensación lateral con cemento BioRoot TM RCS y Sealer 26.

CAPITULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis

En el análisis univariado se presenta la descripción de la variable Interfase de microfiltración generada como promedio de las cuatro mediciones realizadas por tercio radicular, mencionando su media, desviación estándar, intervalos de confianza de la media, mediana, mínimo y máximo.

Para el análisis bivariado, se utilizaron pruebas paramétricas según la evaluación de la distribución de la variable Interfase de la microfiltración, pues se estableció una distribución normal de acuerdo a la prueba de Shapiro-Wilk, $p > 0,05$ y homogeneidad de varianza de acuerdo al test de Levene $p > 0,05$. Se empleó la prueba ANOVA para medidas repetidas para la comparación de la Interfase de microfiltración según los tres tercios radiculares y la corrección de Bonferroni para la comparación por pares en el análisis Post-Hoc. Posteriormente se aplicó la Prueba T de Student para muestras independientes al comparar los dos tipos de cementos selladores en los tercios radiculares: cervical, medio y apical.

Las pruebas se evaluaron con un nivel de confianza del 95%. Los datos se procesaron en el programa Microsoft Excel y el análisis estadístico se realizó en el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Science) versión 25.

4.2 Resultados

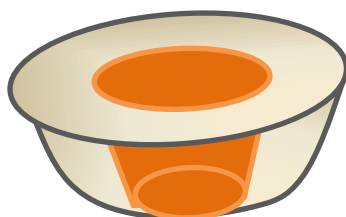
4.2.1 Promedio de la Interfase de microfiltración del cemento sellador en base a Hidróxido de Calcio y Resina Epoxi por tercio radicular

Se observó que el promedio de la Interfase de microfiltración del cemento sellador en base a hidróxido de calcio “Sealer 26” en relación a sus tres tercios radiculares va en aumento apicalmente.

1. Tercio Cervical

A nivel del tercio cervical el cemento sellador en base a hidróxido de calcio “Sealer 26” presenta una interfase de microfiltración $6,77 \pm 0,97 \mu$ (Cuadro 5). Se encontró diferencias estadísticamente significativas a nivel del tercio cervical con los respecto a los demás tercios ($p=0,001$).

Cuadro 5. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Hidróxido de Calcio y resina epoxi “Sealer 26” en piezas dentarias uniradiculares en el tercio Cervical. Valores expresados en micras.

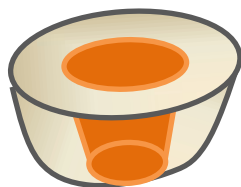


TERCIO CERVICAL	
Media	6,77
I.C 95 %	6,08 - 7,46
D.E.	0,97
Mediana	6,30
Mínimo	5,68
Máximo	8,73

2. Tercio Medio

A nivel del tercio medio el cemento sellador en base a hidróxido de calcio “Sealer 26” presenta una interfase de microfiltración de $9,44 \pm 1,53 \mu$ (Cuadro 6).

Cuadro 6. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Hidróxido de Calcio y resina epoxi “Sealer 26” en piezas dentarias uniradiculares en el tercio medio. Valores expresados en micras.



TERCIO MEDIO	
Media	9,44
I.C 95 %	8,35 - 10,54
D.E.	1,53
Mediana	9,26
Mínimo	7,08
Máximo	11,68

3. Tercio Apical

A nivel del tercio apical, el cemento sellador en base a hidróxido de calcio “Sealer 26” presenta una interfase de microfiltración de $10,56 \pm 2.42 \mu$. (Cuadro 7).

Cuadro 7. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Hidróxido de Calcio y resina epoxi “Sealer 26” en piezas dentarias uniradiculares en el tercio apical. Valores expresados en micras.



TERCIO APICAL	
Media	10,56
I.C 95 %	8,83 - 12,29
D.E.	2,42
Mediana	11,11
Mínimo	5,28
Máximo	13,71

4.2.2 Valores de la Interfase de microfiltración del cemento sellador en base a hidróxido de calcio “Sealer 26” en los tres tercios radiculares: cervical, medio y apical

Al analizar los valores de la Interfase de microfiltración del cemento sellador en base a hidróxido de calcio “Sealer 26” en los tres tercios radiculares (cervical medio y apical), se tiene que el tercio cervical presenta una menor interfase de microfiltración $6,77 \pm 0,97 \mu$, la cual es estadísticamente significativa con los respecto a los demás tercios ($p=0,001$). La mayor Interfase de microfiltración se tiene a nivel del tercio apical $10,56 \pm 2,42 \mu$ (Cuadro 8).

Cuadro 8. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Hidróxido de Calcio y resina epoxi “Sealer 26” en piezas dentarias uniradiculares según tercio radicular.

	CERVICAL	MEDIO	APICAL
Media	6,77	9,44	10,56
I.C 95%	6,08 - 7,46	8,35 - 10,54	8,83 - 12,29
D.E	0,97	1,53	2,42
Mediana	6,30	9,26	11,11
Mínimo	5,68	7,08	5,28
Máximo	8,73	11,68	13,71
p*		0,001	

* Prueba Anova para medidas repetidas

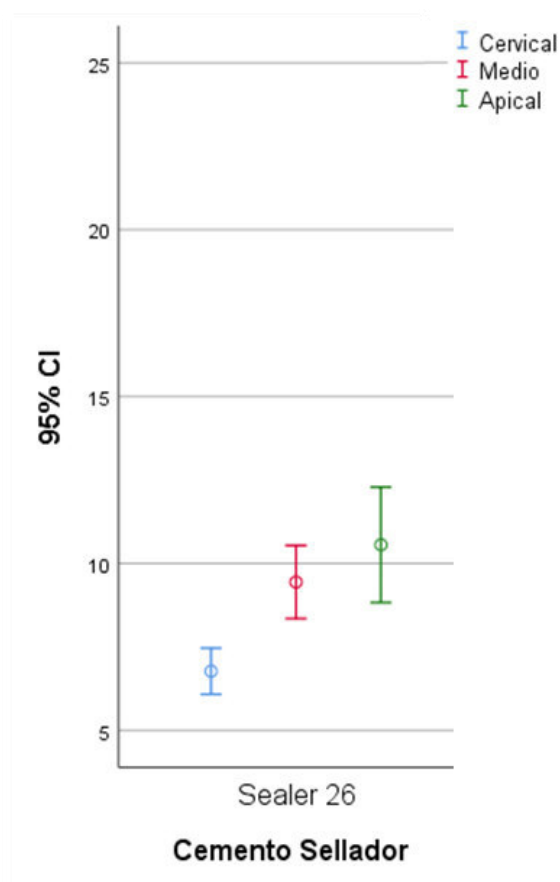


Figura 16. Interfase de microfiltración del cemento en base a Hidróxido de calcio “Sealer 26” utilizado en piezas dentarias uniradiculares en cada tercio radicular. Gráfico de Intervalo de confianza.

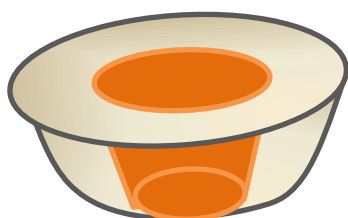
4.2.3 Promedio de la Interfase de microfiltración del cemento sellador en base a Silicato Tricálcico “BioRoot RCS” por tercio radicular.

El promedio de la interfase de microfiltración del cemento sellador en base a silicato tricálcico “Bioroot RCS” no varía en sus tres tercios radiculares.

1. Tercio Cervical

El promedio de la interfase de microfiltración del cemento sellador “Bioroot RCS” a nivel del tercio cervical es de $7,66 \pm 1,13 \mu$ (Cuadro 9). No existen diferencias estadísticamente significativas de los promedios de la Interfase de microfiltración en los tres tercios radiculares ($p \geq 0,05$)

Cuadro 9. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Silicato tricálcico “BioRoot RCS” en piezas dentarias uniradiculares en el tercio cervical. Valores expresados en micras.

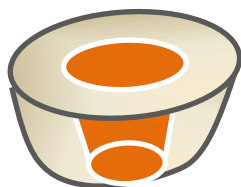


CERVICAL	
Media	7,66
I.C 95%	6,84-8,47
D.E	1,13
Mediana	7,60
Mínimo	6,12
Máximo	9,77

2. Tercio Medio

El promedio de la interfase de microfiltración del cemento sellador “Bioroot RCS” a nivel del tercio cervical es de $8,25 \pm 1,03 \mu$ (Cuadro 10).

Cuadro 10. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Silicato tricálcico “BioRoot RCS” en piezas dentarias uniradiculares en el tercio medio. Valores expresados en micras.



MEDIO	
Media	8,25
I.C 95%	7,51 – 8,99
D.E	1,03
Mediana	8,41
Mínimo	6,31
Máximo	9,55

1. Tercio Apical

El promedio de la interfase de microfiltración del cemento sellador “Bioroot RCS” a nivel del tercio cervical es de $7,01 \pm 1,26 \mu$.

Cuadro 11. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Silicato tricálcico “BioRoot RCS” en piezas dentarias uniradiculares en el tercio apical. Valores expresados en micras.



APICAL	
Media	7,01
I.C 95%	6,10 – 7,91
D.E	1,26
Mediana	7,20
Mínimo	4,58
Máximo	8,70

4.2.4 Valores de la Interfase de microfiltración del cemento sellador en base a silicato tricálcico “BioRoot RCS” en los tres tercios radiculares: cervical, medio y apical

Al analizar los valores de la Interfase de microfiltración del cemento sellador en base a silicato tricálcico “BioRoot RCS” en los tres tercios radiculares (cervical medio y apical)”, se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas en los promedios de la Interfase de microfiltración en los tres tercios radiculares, teniendo en el tercio cervical $7,66 \pm 1,13 \mu$, tercio medio $8,25 \pm 1,03 \mu$ y en el tercio apical $7,01 \pm 1,26 \mu$ ($p \geq 0,05$) (Cuadro 12).

Cuadro 12. Interfase de microfiltración del cemento sellador a base de silicato tricálcico “BioRoot RCS” en piezas dentarias uniradiculares según el tercio radicular.

	CERVICAL	MEDIO	APICAL
Media	7,66	8,25	7,01
I.C 95%	6,84-8,47	7,51 – 8,99	6,10 – 7,91
D.E	1,13	1,03	1,26
Mediana	7,60	8,41	7,20
Mínimo	6,12	6,31	4,58
Máximo	9,77	9,55	8,70
P*	0,081		

*Prueba Anova para medidas repetidas

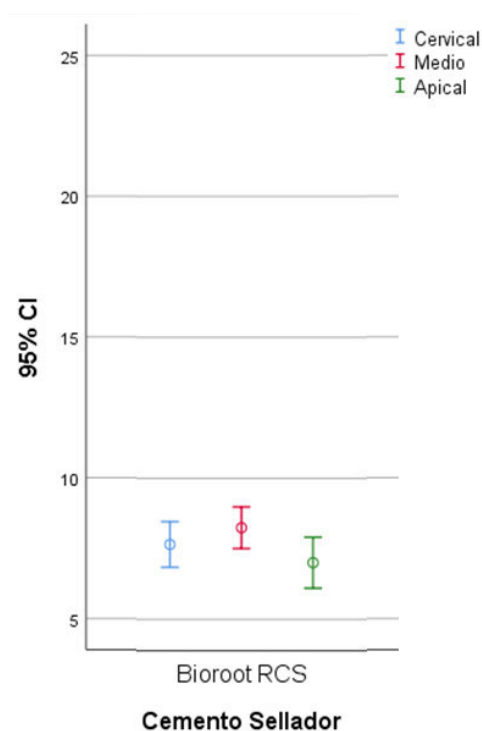


Figura 17. Interfase de microfiltración del cemento en base a Silicato Tricalcico “BioRoot RCS” utilizado en piezas dentarias uniradiculares en cada tercio radicular. Gráfico de Intervalo de confianza.

4.2.5 Comparación de las interfases de microfiltración, utilizando dos cementos selladores, uno a base de Hidróxido de Calcio “Sealer 26” y otro a base de silicato tricálcico “Bioroot RCS” según tercio radicular

1. Tercio Cervical

No existen diferencias estadísticamente significativas de la interfase de microfiltración al comparar los cementos selladores “Sealer 26” y “Bioroot RCS” en el tercio cervical ($p>0,05$) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Comparación de la interfase de microfiltración según el tipo de cemento sellador utilizado en el tercio cervical.

TERCIOS	SEALER26	BIOROOT RCS	P*
Cervical	6,77 ± 0,97	7,66 ± 1,13	0,076

Media ± Desviación Estándar

* Prueba T de Student para muestras independientes

2. Tercio Medio

No existen diferencias estadísticamente significativas en la interfase de microfiltración al comparar los cementos selladores “Sealer 26” 9,44 ± 1,53 y “Bioroot RCS” 8,25 ± 1,03 en el tercio medio ($p>0,05$) (Cuadro 14).

Cuadro 14. Comparación de la interfase de microfiltración según el tipo de cemento sellador utilizado en el tercio medio.

TERCIOS	SEALER26	BIOROOT RCS	P*
Medio	9,44 ± 1,53	8,25 ± 1,03	0,056

Media ± Desviación Estándar

* Prueba T de Student para muestras independientes

3. Tercio Apical

Existen diferencias estadísticamente significativas de la interfase de microfiltración al comparar los cementos selladores “Sealer 26” y “Bioroot RCS” en el tercio apical ($p < 0,05$) (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación de la interfase de microfiltración según el tipo de cemento sellador utilizado en el tercio apical.

TERCIOS	SEALER26	BIOROOT RCS	P*
Apical	10,56 ± 0,97	7,01 ± 1,26	0,001

Media ± Desviación Estándar

* Prueba T de Student para muestras independientes

4.3 Prueba de Hipótesis

4.3.1 Hipótesis

Hipótesis General

Existe diferencia en la interfase de microfiltración utilizando dos cementos selladores, uno a base de hidróxido de calcio y otro a base de silicato tricálcico, en piezas dentarias uniradiculares.

Hipótesis Nula

No existe diferencia en la interfase de microfiltración utilizando dos cementos selladores, uno a base de hidróxido de calcio y otro a base de silicato tricálcico, en piezas dentarias uniradiculares.

Hipótesis Específicas

- La interfase de microfiltración del cemento sellador a base de hidróxido de calcio varía en el tercio cervical, medio y apical de piezas dentarias uniradiculares.
- La interfase de microfiltración del cemento sellador a base de silicato tricálcico varía en el tercio cervical, medio y apical de piezas dentarias uniradiculares.
- La interfase de microfiltración del cemento sellador a base de hidróxido de calcio es mayor en comparación a la Interfase del cemento sellador a base de silicato tricálcico, en piezas dentarias uniradiculares, en los tres tercios radiculares.

Se puede evidenciar que el cemento “BioRoot RCS” tiene menor interfase de microfiltración a comparación del cemento “Sealer 26” sólo en el tercio apical cuyo valor es de $7,01 \pm 1,26$ ($p < 0,05$) (Cuadro 16) y (Figura 18).

Con lo cual se acepta la hipótesis general, existe diferencia en la interfase de microfiltración utilizando dos cementos selladores, uno a base de hidróxido de calcio “Sealer 26” y otro a base de silicato tricálcico “BioRoot RCS”, en piezas dentarias uniradiculares.

Cuadro 16. Comparación de la interfase de microfiltración según el tipo de cemento sellador utilizado en piezas dentarios uniradiculares en cada tercio radicular.

TERCIOS	SEALER26	BIOROOT RCS	P*
Cervical	$6,77 \pm 0,97$	$7,66 \pm 1,13$	0,076
Medio	$9,44 \pm 1,53$	$8,25 \pm 1,03$	0,056
Apical	$10,56 \pm 0,97$	$7,01 \pm 1,26$	0,001

Media \pm Desviación Estándar

* Prueba T de Student para muestras independientes

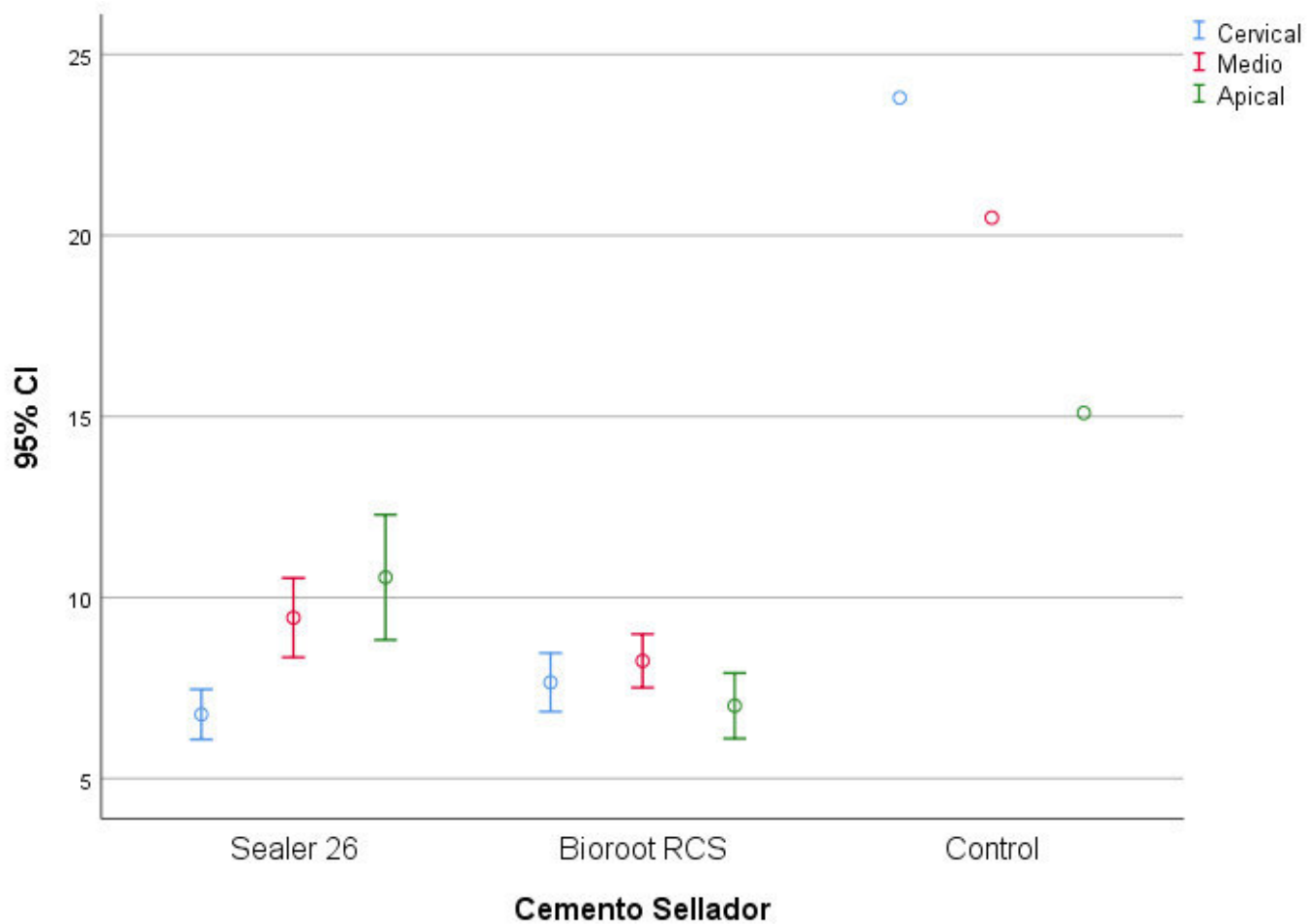


Figura 18. Interfase de microfiltración según el tipo de cemento sellador utilizado en piezas dentarias uniradiculares en cada tercio radicular. Gráfico de Intervalo de confianza.

4.4 Discusión

Todas las fases del tratamiento de conductos, tienen la misma relevancia en el éxito de la terapia endodóntica, el avance de la tecnología en las últimas décadas, los sistemas de preparación biomecánica rotatoria y reciprocante, así como la activación del irrigante y la gran variedad de cementos selladores en endodoncia influyen positivamente en el pronóstico de los tratamientos endodónticos.

El fracaso en endodoncia está directamente relacionado con la microfiltración a través del sistema de conductos radiculares (Mulyar *et al.*, 2014). Siendo las posibles vías de ingreso bacteriano y de fluidos en dirección corono apical y ápico coronal, donde habitualmente la falta de adaptación del material de obturación con la pared de la dentina y la presencia de huecos o burbujas en el cemento sellador son la causa más frecuente (Ørstavik, 2006).

La microfiltración apical está influenciada por variables como: morfología del sistema de conductos radiculares, la técnica de obturación, las propiedades químicas y físicas de los materiales de obturación y la presencia o ausencia de capa de barrillo dentinario o smear layer (Mulyar *et al.*, 2014) (Aktemur Türker, Uzunoğlu, & Purali, 2019).

El conocimiento tridimensional de la morfología del sistema de conductos radiculares y sus posibles variaciones anatómicas es un factor importante para el éxito o fracaso de la terapia endodóntica. Siendo el tercio apical de la raíz la sección más compleja, difícil de desinfectar, porque presenta grandes variaciones anatómicas, como ramificaciones, conductor laterales y accesorios que lo hacen susceptible a microfiltración (Amanda, ; Suprastiwi, 2018).

El sellado apical perfecto es deseable para evitar que las bacterias restantes y sus endotoxinas alcancen el ápice de la raíz (Mulyar *et al.*, 2014). Actualmente existen diversas técnicas de obturación

acorde al material a utilizar recientemente se ha introducido la técnica de obturación condensación hidráulica sincronizada propuesta por los Dres. Koch, Brave y Nasseh como la forma más sencilla de obturar con los cementos a base de silicato tricálcico, la cual consiste en una obturación con un cono padronizado, que genera fuerzas hidráulicas en el interior del sistema de conductos radiculares procurando la mayor cantidad de cemento sellador en su interior, sin necesidad de condensar lateral ni verticalmente. Aunque algunos autores refieren que el uso de un cono único puede no ser la más adecuada para la anatomía compleja del sistema de conductos radiculares (Suprastiwi, 2018).

La transición a la técnica de condensación hidráulica es un tanto compleja, pues en su mayoría de especialistas, prefieren la técnica de condensación vertical, la cual modifica las propiedades físicas y químicas de los cementos selladores en base a silicato tricálcico, estando no indicada para este tipo de material. Lo cual ha originado nuevas propuestas en la fabricación de los conos de gutapercha de baja fusión (150° C) en comparación a los conos de fusión original (250°C).

Por otro lado las propiedades físicas y químicas del cemento sellador juega un papel muy importante en el éxito de la terapia endodóntica ya que los materiales de la nueva generación Cementos hidráulicos en base a de silicato tricálcico mal llamados biocerámicos son especiales y diferentes al resto de cementos selladores, al ser cemento hidrofílicos estables, insolubles, biocompatibles, antibacterianos y que poseen partículas muy finas, con un tamaño de 1,4 μm , lo cual les permite penetrar en los túbulos dentinarios de 2,5 μm de diámetro, formando así un enlace químico y mecánico (Amanda,; Suprastiwi, 2018). Como resultado de la reacción de fraguado del material se forma hidroxiapatita (Drs, Koch, Brave, & Nasseh, 2013), denominado Zona de Infiltración Mineral (Atmeh *et al.*, 2012).

Con respecto a la progresión de la microfiltración, esta se debe a una reacción bioquímica a largo plazo dentro del propio material y entre el material y el entorno circundante (Mulyar *et al.*, 2014). Siendo las pruebas de microfiltración las más populares y a su vez las más controvertidas, en el intento de encontrar resultados clínicamente relevantes (Ørstavik, 2006). Dentro de los cuales podemos mencionar varios métodos usados para la detección de la microfiltración, como por ejemplo el uso de microscopia electrónica de barrido (Mulyar *et al.*, 2014).

En relación al presente estudio, se seleccionaron dos cementos sellados uno a base de hidróxido de calcio y resina epoxi que ha sido ampliamente investigado (Gold Standard) y el cemento BioRoot RCS, el cual es un sellador relativamente nuevo en el mercado y que está compuesto principalmente de silicato tricálcico. El objetivo fue evaluar la Interfase de microfiltración de los cementos selladores “Sealer 26” a base de hidróxido de calcio, el cual también posee dentro de su composición resina epoxi y “BioRoot RCS” a base de silicato tricálcico en piezas dentarias uniradiculares, para poder cuantificar y compararlas por tercio radicular y entre sí respectivamente. Se siguió un protocolo de selección riguroso, en cuanto a los aspectos anatómicos y radiográficos los cuales se unificaron y se detallan en los criterios de inclusión y exclusión, para poder asegurar condiciones favorables para el análisis de la Interfase de microfiltración, de acuerdo a las recomendaciones dadas por De-Deus (2012).

La preparación biomecánica del tercio apical fue estandarizada utilizando el mismo diámetro con el sistema Mtwo 40/04 para todos los grupos, junto a la irrigación constante de NaOCl 2.5% y EDTA 17%, ya que el NaOCl 2.5% tiene la capacidad de disolvente de tejido pulpar, y actividad antimicrobiana. El EDTA al 17% se utilizó para remover el Smear Layer, se empleó la activación del irrigante a través del dispositivo Easy Clean 30/04, para asegurar la eliminación del barrillo dentinario y asegurar la permeabilidad de los túbulos dentinarios, tal como lo demuestra Kato *et al.* (2016).

La presencia del Smear Layer , ésta podría afectar la profundidad de penetración y la adaptación de los cementos selladores, tal como lo señala Aktemur Türker, Uzunoğlu, & Purali (2019) sobre su eliminación podría disminuir la interfase entre el material del núcleo y los túbulos dentinarios, aunque estos resultados son contradictorios aún, pues el BioRoot RCS en este estudio mostró la profundidad de penetración a nivel de los túbulos dentinarios más baja cuando se retiró la capa de Smear Layer. Al respecto De-Deus (2012) menciona, que los análisis basados en análisis subjetivo / descriptivo de escaneos SEM de las paredes del conducto radicular carece de confiabilidad experimental. El Hachem *et al.* (2018) demostró que la activación del irrigante mejoró la penetración del cemento sellador a base de silicato tricálcico en los túbulos dentinarios, empleando el EndoActivator®, el cual reduce la Interfase que promueve la microfiltración y contaminación bacteriana, lo que contribuye al fracaso de la terapia endodóntica.

Durante la obturación, el cemento sellador fue insertado en el interior del sistema de conductos radiculares a través del cono de gutapercha principal cono principal Mtwo 40 con movimientos antihorarios hasta longitud de trabajo y con conos de gutapercha accesorios, utilizando la técnica de condensación lateral (Silva-León *et al.*, 2015).

Para la evaluación del Test de Microfiltración es importante destacar que la metodología seleccionada, se tomó como referencia a Muliyar *et al.* (2014), a Balguerie *et al.*, (2011) y a Camilo (2014) quienes mencionan que la observación de la interfase del cemento sellador con la dentina se puede realizar a través de la evaluación bajo microscopía electrónica de barrido, pudiéndose evaluar con secciones longitudinales o transversales. Y la sugerencia de Suprastiwi (2018) quien menciona que son necesarias pruebas Scanning Electron Microscope (SEM) para ver la capacidad del sellador para penetrar en los túbulos dentinarios.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se tiene que el cemento “BioRoot RCS” basado el silicato tricálcico hidráulico posee una menor interfase de microfiltración en comparación al cemento en base a resina epoxi e hidróxido de calcio “Sealer 26” a nivel del tercio apical, siendo ésta estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Con respecto a los valores obtenidos en la Interfase de microfiltración por cemento obturador se tiene que el cemento “Sealer 26”

Con lo cual se acepta la hipótesis general de que existe diferencia en la interfase de microfiltración utilizando dos cementos selladores, uno a base de hidróxido de calcio “Sealer 26” y otro a base de silicato tricálcico “BioRoot RCS”, en piezas dentarias uniradiculares. Con respecto al cemento en base a hidróxido de calcio y resina epoxi de acuerdo al estudio realizado por (Mutal, & Gani, 2005) quienes mencionan que las características estructurales del cemento sellador Sealer 26 está relacionada con la consistencia densa y fluida de una resina epoxi que exhibió poros y vacuolas abundantes, excesivamente grandes, entre 320 y 500 μm en diámetro relacionados con la contracción durante el proceso de polimerización del componente de resina, el cual crearía una brecha en la obturación y provocaría la filtración en la obturación del conducto radicular, sumado a la alta solubilidad del componente de Hidróxido de Calcio.

Pocos estudios previos existen sobre la evaluación de la interfase de filtración de cementos hidráulico en base a silicato tricálcico, los cuales en su mayoría se contraponen a la presente investigación, cabe señalar que ninguno sigue la misma metodología planteada bajo Microscopia electrónica de Barrido y técnica de obturación, como el realizado por (Amanda, ; Suprastiwi, 2018), sobre la microfiltración apical bajo diafanización y penetración de colorante, donde estableció que el cemento Biocerámicos utilizado presentó una filtración apical del (55.6 %) de 0.51 - 1 mm, no teniendo diferencia significativa en comparación con el sellador de polidimetilsiloxano.

Roldan & Recalde (2019) de acuerdo a la metodología de penetración lineal de colorante y diafanización para la evaluación de la microfiltración a nivel apical, obtuvieron la mayor microfiltración con el cemento sellador BioRoot con una media de 0.419 mm a diferencia del grupo del sellador AH-Plus.

Así mismo el estudio realizado por (Poggio, Dagna, *et al.*, 2017) sobre la solubilidad, de acuerdo con el estándar 6876 de la Organización Internacional de Normas o la Especificación ANSI / ADA No. 57, explica que el cemento BioRoot no cumple con las propiedades de solubilidad requeridas, y propone que deberían mejorarse para reducir su solubilidad y aumentar su capacidad para evitar microfiltración apical. Al igual que (Siboni *et al.*, 2017) donde se menciona que el cemento BioRoot RCS es más hidrófilos, lo que produce mayores valores de porosidad y solubilidad (> 3%).

Y que de acuerdo a los resultados obtenidos por (Viapiana *et al.*, 2016) dónde se observó que el cemento “BioRoot RCS” evaluados bajo microtomografía computarizada (Micro-CT), asociaron con un porcentaje significativamente mayor de vacíos ($P = 0.001$) en comparación con AH Plus, pudiendo interpretarse que estos vacíos o porosidades son un medio de ingreso de fluido o microfiltración.

No obstante (Kebudi Benezra, Schembri Wismayer, & Camilleri, 2018), mostraron evidencia de una zona interfacial utilizando microscopía confocal y explicaron que BioRoot exhibió cambios en la microestructura en la interfase y una mala adaptación del sellador con un espacio presente en contacto con la dentina.

Contrariamente Kim, Kim, Kim, Lee, & Kim (2019), en su investigación el cemento BioRoot RCS mostró una capacidad similar de penetración de los túbulos dentinales a AH Plus en el tercio medio lo cual representaría una ventaja, ya que la presión de condensación vertical no es necesaria para la obturación.

Al respecto hay que considerar los beneficios de los cementos a base silicato tricálcico que no fueron considerados en el presente estudio, pues se sabe que “BioRoot RCS” llega a formar una zona de infiltración mineral con una expansión de 0,2% de su volumen, con liberación de iones CaP hasta los 28 días posteriores a su aplicación, considerando que este material posee un tiempo de fraguado inicial de 55 y uno final de 300 minutos (Siboni *et al.*, 2017).

Este material hidráulico requiere de la humedad proveniente de los túbulos dentinarios para mejorar la reacción de fraguado, lo cual no se ha podido simular en estudios *In vitro*, a pesar de realizar la investigación en dientes recientemente extraídos de acuerdo a los criterios de inclusión.

Actualmente no existen protocolos estandarizados para la evaluación de la microfiltración, métodos de prueba (ISO) tanto para cementos convencionales como de silicato tricálcico (Gandolfi *et al.* 2012). Esta deficiencia también ha sido mencionada por (Nekoofar *et al.* 2007) quien explica que existe la necesidad de un requisito estándar para los materiales antes mencionados en relación con su aplicación clínica específica (materiales de retroobtusión, cementos selladores endodónticos, materiales de recubrimiento pulpar, etc.). Sumado a que una de las principales limitaciones de los estudios de microfiltración *in vitro* son su falta de reproducibilidad, el pequeño tamaño de la muestra y el poder estadístico inadecuado, la ausencia de estandarización y la falta de correlación entre los diferentes modelos de filtración (Li *et al.*, 2014) .

Otro factor a considerar es que independientemente de la química similar de los cementos selladores, estos exhiben un mecanismo de unión y propiedades biológicas diferentes (Kebudi Benezra *et al.*, 2018).

CAPITULO 5. CONCLUSIONES

En la presente investigación se evaluó la interfase de microfiltración utilizando dos cementos selladores, uno a base de hidróxido de calcio y otro a base de silicato tricálcico en piezas dentarias uniradiculares. Dentro de las limitaciones del presente estudio in vitro, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas de la interfase de microfiltración a nivel del tercio apical al comparar los cementos selladores “Sealer 26” en base a hidróxido de calcio y “Bioroot RCS” en base a silicato tricálcico en piezas dentarias uniradiculares. Siendo el cemento “BioRoot RCS” el que presenta menor interfase de microfiltración con la técnica de obturación condensación lateral.

RECOMEDACIONES

Se sugiere realizar más investigaciones con respecto a la zona de infiltración mineral de los cementos basados en silicato tricálcico, así como también establecer definiciones precisas para este tipo de material ya que actualmente vienen siendo denominados biocerámicos.

Así mismo se sugiere realizar esta investigación con una cantidad mayor de muestra e idealmente realizar las investigaciones bajo microscopía electrónica de barrido y confocal, teniendo en consideración que el proceso de fraguado depende de la cantidad de humedad presente en los túbulos dentinarios, lo cual no es controlado de forma adecuada en las investigaciones In-vitro.

Se recomienda la aplicación de ensayos clínicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akhavan, H., Zahdabadi, F., Mehrvarzfar, P., & Birjandi, A. A. (2011). Comparative study on the microleakage of three root canal sealers. *Iranian Endodontic Journal*, 6(1), 1–5.
- Aktemur Türker, S., Uzunoğlu, E., & Purali, N. (2019). Evaluation of dentinal tubule penetration depth and push-out bond strength of AH 26, BioRoot RCS, and MTA Plus root canal sealers in presence or absence of smear layer. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 12(4), 294–298. <https://doi.org/10.15171/joddd.2018.046>
- Al-Haddad, A., & Aziz, Z. A. C. A. (2016). Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *International Journal of Biomaterials*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/9753210>
- Almenara, JF. (2009). Evaluación in vitro de la microfiltración coronal de conductos radiculares obturados utilizando un cemento sellador a base de óxido de zinc-eugenol y otro de silicona (Tesis de grado como Cirujano Dentista) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperada de: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2189>
- Arens, D., Gluskin, A., Peters, C. y Peters, O. (2009). Practical Lessons In Endodontic Treatment. Hanover Park, E.E.U.U. :*Quintessence* (pp.233 – 263).
- Amanda, B., Suprastiwi, E. (2018). Comparison of apical leakage in root canal obturation using bioceramic and polydimethylsiloxane sealer (in vitro). *International Journal of Clinical Dentistry*, 11(4), 325–334. <https://doi.org/10.4236/ojst.2018.81003>
- American Association of Endodontics. (2009). *Obturation of Root Canal Systems*. Chigago: AAE.
- Atmeh, A. R., Chong, E. Z., Richard, G., Festy, F., & Watson, T. F. (2012). Dentin-cement interfacial interaction: Calcium silicates and polyalkenoates. *Journal of Dental Research*, 91(5), 454–459. <https://doi.org/10.1177/0022034512443068>
- Balguerie, E., Van Der Sluis, L., Vallaes, K., Gurgel-Georgelin, M., & Diemer, F. (2011). Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: A scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 37(11), 1576–1579. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.07.005>
- Benavides, MF. (2015). Evaluación in vitro de la microfiltración apical después de la obturación en 60 dientes unirradiculares utilizando dos cementos selladores, uno a base de resina y uno a base de MTA observados con Microscopio de Barrido (Tesis de grado, Universidad Internacional de Ecuador, Quito). Recuperado de: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/863/1/T-UIDE-0728.pdf>
- Best, S. M., Porter, A. E., Thian, E. S., & Huang, J. (2008). Bioceramics: Past, present and for the future. *Journal of the European Ceramic Society*, 28(7), 1319–1327. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2007.12.001>
- Camilleri, J. (2011). Characterization and hydration kinetics of tricalcium silicate cement for use as a dental biomaterial. *Dental Materials*, 27(8), 836–844. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.04.010>

- Camilleri, J. (2015). Sealers and warm gutta-percha obturation techniques. *Journal of Endodontics*, 41(1), 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.06.007>
- Camilo, C., (2014). Avaliação da técnica de obturação usando cone único de sistemas reciprocantes com diferentes cimentos, em relação ao selamento apical e adesividade à dentina. (Tesis doctoral, Universidad de Sao Paulo, Riberão Preto). Brasil. Recuperado de: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/58/58133/tde-11122014-110951/en.php>.
- Carrera, C. S. V. (2012). Materiales Biocerámicos En Endodoncia. *El Escorial*, 34,56
- Colan, P., & Garcia, C. (2008). Microfiltración apical in vitro de tres cementos utilizados en la obturación de conductos radiculares. *Rev Estomatol Herediana*, 18(1), 9–15. Retrieved from <http://www.upch.edu.pe/vrinve/dugic/revistas/index.php/REH/article/view/1849>.
- Colombo, M., Poggio, C., Dagna, A., Meravini, M.-V., Riva, P., Trovati, F., & Pietrocola, G. (2018). Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(2), 120–126. <https://doi.org/10.4317/jced.54548>
- Costa, J. (2005). Diccionario de química y física. 1ra Edición de la Universidad de Barcelona. Barcelona.
- De-Deus, G. (2012). Research that matters - root canal filling and leakage studies. *International Endodontic Journal*, 45(12), 1063–1064. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2012.02104.x>
- Denstply. (s.f.). Manual de uso y composición del cemento Sealer 26. Dentsply Industria e Comercio Ltda. pp. 1 – 2.
- Desai, S., & Chandler, N. (2009). Calcium Hydroxide-Based Root Canal Sealers: A Review. *Journal of Endodontics*, 35(4), 475–480. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.11.026>
- Dimitrova-Nakov, S., Uzunoglu, E., Ardila-Osorio, H., Baudry, A., Richard, G., Kellermann, O., & Goldberg, M. (2015). In vitro bioactivity of Bioroot™ RCS, via A4 mouse pulpal stem cells. *Dental Materials*, 31(11), 1290–1297. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.08.163>
- Donnermeyer, D., Dornseifer, P., Schäfer, E., & Dammaschke, T. (2018). The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers. *Head and Face Medicine*, 14(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s13005-018-0170-8>
- Koch, K. A., Brave, D., & Nasseh, A. (2010). Bioceramic technology: Closing the endo-restorative circle, Part I. *Dentistry Today*, 29(2).
- Duarte, M. A. H., Marciano, M. A., Vivan, R. R., Tanomaru Filho, M., Tanomaru, J. M. G., & Camilleri, J. (2018). Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications. *Brazilian Oral Research*, 32(suppl 1), 111–118. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0070>
- El Hachem, R., Le Brun, G., Le Jeune, B., Pellen, F., Khalil, I., & Abboud, M. (2018). Influence of the EndoActivator Irrigation System on Dentinal Tubule Penetration of a Novel Tricalcium Silicate-Based Sealer.

- Dentistry Journal*, 6(3), 45. <https://doi.org/10.3390/dj6030045>
- Formosa, L. M., Mallia, B., Bull, T., & Camilleri, J. (2012). The microstructure and surface morphology of radiopaque tricalcium silicate cement exposed to different curing conditions. *Dental Materials*, 28(5), 584–595. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.02.006>
- Gallegos, M.E. (2014). Estudio comparativo in vitro del grado de penetración tubular en premolares mandibulares unirradiculares en tercio medio radicular entre los cementos selladores Endosequence y Top Seal (Tesis de grado Especialista en Endodoncia, Universidad San Francisco de Quito). Recuperado de: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3342/1/110847.pdf>
- Gandolfi, M. G., Siboni, F., Botero, T., Bossù, M., Riccitiello, F., & Prati, C. (2015). Calcium silicate and calcium hydroxide materials for pulp capping: biointeractivity, porosity, solubility and bioactivity of current formulations. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*, 13(1), 0–0. <https://doi.org/10.5301/jabfm.5000201>.
- Roldán A., Recalde J. (2019). Evaluación in vitro del nivel de microfiltración apical utilizando cementos a base de resina epóxica y biocerámicos. (Tesis de grado Odontólogo, Universidad de Guayaquil).
- Gutmann, J. L., Kuttler, S., & Niemczyk, S. P. (2010). Root Canal Obturation : An Update.E.E.U.U: ADA CERP.
- Hargreaves, K. M., & Cohen, S. (10 ed.). (2011). *Vías de la Pulpa* España:Elsevier.
- Hench, L. L. (2006). The story of Bioglass®. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 17(11), 967–978. <https://doi.org/10.1007/s10856-006-0432-z>
- Ingle JI, Backland IK, B. J. (2008). *Ingle's Endodontics 6*. (Decker INC, Ed.). Hamilton. BC.
- International Organization for Standardization. (2001). *Dental root canal sealing materials - Requirements* (ISO standard no. 6876:2015)
- Irazábal, V., Beltrán L., Rodríguez, A., & Méndez, C. (2015). Comparación de la interfase cemento sellador-dentina en dos técnicas de obturación: condensación lateral y condensación híbrida mixta / Comparison of Sealer-Dentin Interface in two Obturation Techniques: Lateral and Mixed Hybrid Condensation. *Universitas Odontologica*, 34(73). <https://doi.org/10.11144/javeriana.uo34-73.cics>
- Jones, J. R. (2013). Reprint of: Review of bioactive glass: From Hench to hybrids. *Acta Biomaterialia*, 9, 4457–4486. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2015.07.019>
- Kato, A. S., Cunha, R. S., Da Silveira Bueno, C. E., Pelegri, R. A., Fontana, C. E., & De Martin, A. S. (2016). Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: An environmental scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 42(4), 659–663. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.01.016>
- Kebudi Benezra, M., Schembri Wismayer, P., & Camilleri, J. (2018). Interfacial Characteristics and Cytocompatibility of Hydraulic Sealer Cements. *Journal of Endodontics*, 44(6), 1007–1017. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.11.011>
- Khabbaz, M. G., & Papadopoulos, P. D. (1999). Deposition of calcified tissue

- around an overextended gutta-percha cone: Case report. *International Endodontic Journal*, 32(3), 232–235. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1999.00209.x>
- Khalil, I., Naaman, A., & Camilleri, J. (2016). Properties of Tricalcium Silicate Sealers. *Journal of Endodontics*, 42(10), 1529–1535. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.06.002>
- Kim, Y., Kim, B.-S., Kim, Y.-M., Lee, D., & Kim, S.-Y. (2019). The Penetration Ability of Calcium Silicate Root Canal Sealers into Dentinal Tubules Compared to Conventional Resin-Based Sealer: A Confocal Laser Scanning Microscopy Study. *Materials*, 12(3), 531. <https://doi.org/10.3390/ma12030531>
- Kokubo, T., & Takadama, H. (2006). How useful is SBF in predicting in vivo bone bioactivity? *Biomaterials*, 27(15), 2907–2915. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2006.01.017>
- Lahor-Soler, E., Miranda-Rius, J., Brunet-Llobet, L., Farré, M., & Pumarola, J. (2015). In vitro study of the apical microleakage with resilon root canal filling using different final endodontic irrigants. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 7(2), e212–e217. <https://doi.org/10.4317/jced.51755>
- Leonardo MR, Leonardo RT. (2009). *Endodoncia Conceptos Biológicos y Recursos Tecnológicos*. Sao Paulo: Artes Medicas Latinoamericana.
- Li, G., Niu, L., Zhang, W., Olsen, M., De-Deus, G., Eid, A. A., ... Tay, F. R. (2014). Ability of New Obturation Materials to Improve the Seal of the Root Canal System – A Review, 10(3), 1050–1063. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-10-4002.BONE>
- Loison-Robert, L. S., Tassin, M., Bonte, E., Berbar, T., Isaac, J., Berdal, A., ... Fournier, B. P. J. (2018). In vitro effects of two silicate-based materials, Biodentine and BioRoot RCS, on dental pulp stem cells in models of reactionary and reparative dentinogenesis. *PLoS ONE*, 13(1), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190014>
- Moinzadeh A.T., Jongsma, L., de Groot-Kuin, D., Cristescu, R., Neiryneck, N., & Camilleri, J. (2015). Endodontologie in beweging: nieuwe concepten, materialen en technieken 2. Conebeamcomputertomografie in de endodontische diagnostiek en behandelplanning. *Nederlands Tijdschrift Voor Tandheelkunde*, 122(9), 465–472. <https://doi.org/10.5177/ntvt.2015.09.15148>
- Monardes, H., Abarca, J., & Castro, P. (2014). Microfiltración Apical de Dos Cementos Selladores: Un Estudio in vitro. *International Journal of Odontostomatology*, 8(3), 393–398. <https://doi.org/10.4067/s0718-381x2014000300012>
- Muliyar, S., Shameem, K. A., Thankachan, R. P., Francis, P. G., Jayapalan, C. S., & Hafiz, K. A. A. (2014). Microleakage in endodontics. *Journal of International Oral Health: JIOH*, 6(6), 99–104. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25628496%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4295468>
- Mutal L, & Gani, O. (2005). Presence of pores and vacuoles in set endodontic sealers. *International Endodontic Journal*, 38(10), 690–696. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.00988.x>
- Nageswar-Rao. (2011). *Endodoncia Avanzada*. (Amolca, Ed.) (1ra edició). Caracas: Actualidades Medicas.

- Organización Internacional de Normalización. (2001). Dental root canal sealing materials number - *Requisitos* (Norma ISO 6876:2001).
- Niu, L., Jiao, K., Wang, T., Camilleri, J., Bergeron, B. E., Feng, H.-I., Mao, J., Chen, J., Pashley, D., Tay, F. (2014). A review of the bioactivity of hydraulic calcium silicate cements. *J Dent.*, 42(5):517-533.
- Ørstavik, D. (2005). Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endodontic Topics*, 12(1), 25–38. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2005.00197.x>
- Poggio, C., Dagna, A., Ceci, M., Meravini, M. V., Colombo, M., & Pietrocola, G. (2017). Solubility and pH of bioceramic root canal sealers: A comparative study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(10), e1189–e1194. <https://doi.org/10.4317/jced.54040>
- Poggio, C., Riva, P., Chiesa, M., Colombo, M., & Pietrocola, G. (2017). Comparative cytotoxicity evaluation of eight root canal sealers. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(4), e574–e578. <https://doi.org/10.4317/jced.53724>
- Prati, C., & Gandolfi, M. G. (2015). Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dental Materials*, 31(4), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.01.004>
- Raghavendra, S. S., Jadhav, G. R., Gathani, K. M., & Kotadia, P. (2017). Bioceramics in endodontics – a review. *J Istanbul Univ Fac Dent*, 36(3), 400–413. <https://doi.org/10.17096/jiufd.63659>.
- Rangel Cobos, O.M. (2015) Microfiltración apical in vitro causada por las técnicas de Obturación con cono único, System B y condensación lateral clásica (Tesis doctoral, Universidad de Sevilla, España). Recuperado de: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/31176>.
- Saberi, E., Shahraki, S., Ebrahimipour, S., Mohassel, A. R., Akbari, N., & Rezaei, M. (2014). Comparison of Bacterial Leakage between 3 Different Root Canal Obturation Techniques in Oval Shaped Canals Department of Microbiology , *Journal of Dental Materials and Techniques*, 3(3), 112–117.
- Saghiri, M. A., Ricci, J., Joupari, M. D., Aeinehchi, M., Ahmadi, K., & Bahramian, N. (2011). A comparative study of MTA solubility in various media. *Iranian Endodontic Journal*, 6(1), 21–24.
- Saleh, I. M., Ruyter, I. E., Haapasalo, M. P., & Ørstavik, D. (2003). Adhesion of endodontic sealers: Scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *Journal of Endodontics*, 29(9), 595–601.
- Septodont. (2017). *BioRoot TM rcs Active Biosilicate Technology, Bioactive mineral root canal sealer*. Pont de Creteil, France.
- Siboni, F., Taddei, P., Zamparini, F., Prati, C., & Gandolfi, M. G. (2017). Properties of bioroot RCS, a tricalcium silicate endodontic sealer modified with povidone and polycarboxylate. *International Endodontic Journal*, 50(2), 120–136.
- Silva-León, G., Velásquez-Huamán, Z. & Maúrtua-Torres, D. J. (2015). Evaluación “in vitro” de la resistencia a la penetración bacteriana usando dos técnicas de obturación y dos selladores endodónticos frente a una cepa de *Enterococcus faecalis*. *Revista Estomatológica Herediana*, 25(1), 18. <https://doi.org/10.20453/reh.2015.2324>

- Simon S. & Flouriot A.C. (2016). The new biomaterial for root canal filling. *Case Studies Collection Septodont*, 13(03), 04-10.
- Urban, K., Neuhaus, J., Donnermeyer, D., Schäfer, E., & Dammaschke, T. (2018). Solubility and pH Value of 3 Different Root Canal Sealers: A Long-term Investigation. *Journal of Endodontics*, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.07.026>
- Viapiana, R., Moinzadeh, A. T., Camilleri, L., Wesselink, P. R., Tanomaru Filho, M., & Camilleri, J. (2016). Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three ex vivo methods. *International Endodontic Journal*, 49(8), 774–782. <https://doi.org/10.1111/iej.12513>
- Yañez, A. (2015). Cementos de Obturación Biocerámicos: Una nueva alternativa en Endodoncia. *Canal abierto, SECH*, 31(1), 4-8.
- Zhang, W., Li, Z., & Peng, B. (2009). Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 107(6), e79–e82. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.02.024>

ANEXOS 1 - OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR	VALORES FINALES
Independiente	Cemento de Obturación	Material que se utiliza en la Obturación de conductos Radiculares rellenan las irregularidades y las discrepancias menores entre los conos de gutapercha y las paredes del conducto.	Cemento sellador 26. Sealer	Hidróxido de Calcio	Cualitativa	Nominal	Composición SI/NO
			Cemento BioRoot™ RCS de Septodont	Silicato tricálcico	Cualitativa	Nominal	
Dependiente	Interfase de Microfiltración	Superficie que separa al material obturador de la pared de conducto radicular.	Longitud de separación o vacío entre el cemento obturador gutapercha y la pared del conducto radicular.	Tercio Radicular Cervical Medio y Apical	Cuantitativa	De razón	Microfotografía - Microscopio Electrónico Barrido. de <i>En micras U 0 – 30 u</i>

ANEXO 2 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES DE ESTUDIO	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema principal:</p> <p>¿Existen diferencias en la interfase de microfiltración utilizando dos cementos selladores, uno a base de hidróxido de calcio y otro a base de silicato tricálcico, en piezas dentarias uniradiculares?</p>	<p>Evaluar la interfase de microfiltración utilizando dos cementos selladores, uno a base de hidróxido de calcio y otro a base de silicato tricálcico, en piezas dentarias uniradiculares.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cuantificar la interfase de microfiltración del cemento sellador a base de Hidróxido de Calcio “Sealer 26” en piezas dentarias uniradiculares, según el tercio radicular. 2. Cuantificar la interfase de microfiltración a nivel apical del cemento sellador a base de silicato tricálcico “Bioroot RCS” en piezas dentarias uniradiculares, según el tercio radicular. 3. Comparar las interfases de microfiltración, utilizando dos cementos selladores, uno a base de Hidróxido de Calcio “Sealer 26” y otro a base de silicato tricálcico “Bioroot RCS”, en piezas dentarias uniradiculares, según el tercio radicular. 	<p>Hipótesis principal:</p> <p>Existe diferencia en la interfase de microfiltración utilizando dos cementos selladores, uno a base de Hidróxido de Calcio y otro a base de silicato tricálcico, en piezas dentarias uniradiculares..</p> <p>Hipótesis Nula:</p> <p>No existe diferencia en la interfase de microfiltración utilizando dos cementos selladores, uno a base de Hidróxido de Calcio y otro a base de silicato tricálcico, en piezas dentarias uniradiculares.</p>	<p>Cemento Sellador a base de Hidróxido de Calcio.</p> <p>Cemento Sellador a base de silicato tricálcico.</p> <p>Interfase de Microfiltración.</p>	<p>Composición.</p> <p>Microfotografía, realizadas a través de microscopía electrónica de barrido.</p>	<p>Tipo Transversal Comparativo, con un enfoque cuantitativo</p> <p>Diseño Metodológico Cuasi experimental</p> <p>Población Premolares permanentes de un solo conducto.</p> <p>Muestra: 21 dientes</p> <p>Técnica Observacional.</p> <p>Instrumento Ficha o guía de observación estructurada.</p>

